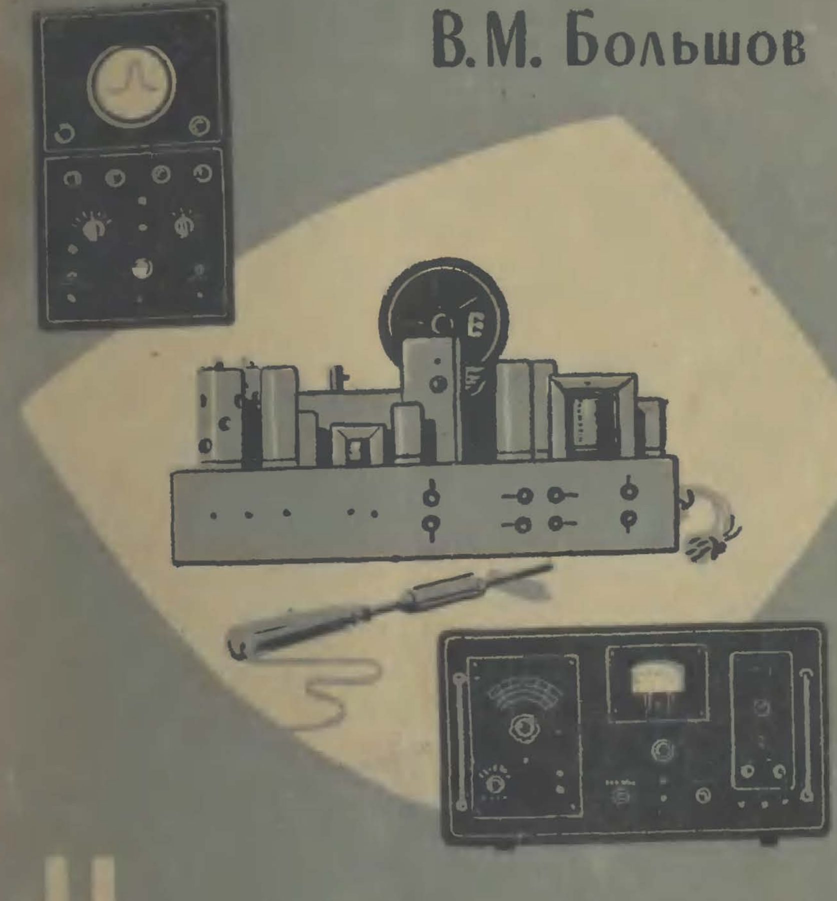
Цена 19 коп.

В. М. Большов



Налаживание радиоприемников

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ



МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 457

В. М. БОЛЬШОВ

НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 19[illegible] ЛЕНИНГРАД

Описывается методика налаживания любительских приемников прямого усиления и супергетеродинов, выполненных как на радиолампах, так и на транзисторах. Методика налаживания приводится на примере четырех конкретных схем любительских радиоприемников.

Брошюра рассчитана на радиолюбителей, имеющих опыт сборки простейших конструкций и знакомых с техникой радиоизмерений.

6Ф2.12 *Большов Владимир Михайлович* Налаживание радиоприемников.
М.—Л., Госэнергоиздат, 1963.
64 стр. с. илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 457)

Редактор *А. П. Строев* Техн. редактор *Н. А. Бульдяев*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 14/VIII 1962 г. Подписано к печати 29/I 1963 г.
Т11959 Бумага 84×108 1/32 3,28 п. л. Уч.-изд. л. 4,7
Тираж 250 000 экз. (2-й завод 20001—120000) Цена 19 коп. Заказ 2552

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

Отпечатано в типографии «Московский рабочий». Москва, Петровка, 17. Зак. 86.

ВВЕДЕНИЕ

В данной брошюре рассматривается методика налаживания радиоприемников, выполненных по готовым схемам, однако приведенные сведения могут оказаться полезными и в других случаях.

При налаживании супергетеродинного приемника необходимо придерживаться следующей последовательности налаживания отдельных блоков и узлов: 1) выпрямитель (или другой источник питания); 2) усилитель низкой частоты; 3) детектор; 4) усилитель промежуточной частоты, 5) преобразователь, 6) усилитель высокой частоты. Приемник прямого усиления налаживают в той же последовательности, за исключением усилителя промежуточной частоты и преобразователя, которых в нем нет.

При указанной последовательности уже налаженные блок, каскад или узел позволяют проверять последующие каскады без применения дополнительных приборов, которые необходимо было бы включить на выходе регулируемого каскада. В условиях радиолюбительской практики это особенно ценно, так как позволяет при настройке обойтись меньшим числом приборов, а иногда вообще без них.

Такой порядок работы предполагает, что приемник не работает совсем. На практике в зависимости от состояния приемника ряд операций может быть исключен. Например, если приемник хорошо работает от звукоснимателя, то выпрямитель, усилитель низкой частоты и громкоговоритель можно не проверять.

Прежде чем приступать к налаживанию приемника, следует проверить режим питания ламп. Проверка режимов питания ламп сводится к измерению постоянных напряжений на их электродах и отдельных точках схемы. Такая проверка позволяет быстро и точно определить неисправные детали в цепях питания ламп и неисправные лампы.

Режим питания ламп исправного приемника указываются на его принципиальной схеме или на карте напряжений.

В заводской радиоаппаратуре режимы измеряют авометром ТТ-1, имеющим входное сопротивление 5 *ком* на вольт (при измерении постоянных напряжений). В радиолюбительской практике измерения могут производиться вольтметрами с другими входными сопротивлениями, поэтому измеренные режимы могут не совпадать с режимами на схеме или карте напряжений.

Проверку и подгонку режима лампы (при нормальных напряжениях накала и анода) начинают с напряжения смещения на ее управляющей сетке, так как оно в основном определяет режимы всех остальных электродов.

Для нормальной работы приемника напряжение смещения не должно отличаться более чем на 5—10% от указанного на схеме или на карте напряжений, особенно для ламп с высокой крутизной.

В случае более значительных отклонений (здесь и в дальнейшем предполагается, что выпрямитель дает требуемое напряжение), надо подобрать напряжение смещения путем подбора сопротивлений, от которых зависит его величина.

Перед тем как подбирать сопротивление, надо убедиться в том, что лампа исправна. Если нет возможности проверить параметры лампы, то следует замерить режимы для нескольких однотипных ламп.

Следует иметь в виду, что режимы работы каскада преобразователя указываются при работающем гетеродине, так как при отсутствии генерации в гетеродине режим этого каскада может значительно отличаться от указанного в описании.

После установки правильного напряжения смещения измеряют напряжение на экранирующей сетке лампы (для многосеточных ламп). Величина напряжения на экранирующей сетке может отклоняться до ±20% от указанного в описании. Величина напряжения на экранирующей сетке устанавливается подбором гасящего сопротивления в цепи экранирующей сетки или подбором одного из сопротивлений делителя, с которого подается напряжение.

В том случае, когда через одно гасящее сопротивление питаются экранирующие сетки двух различных ламп (например, $Л_2$ и $Л_3$ на рис. 2), то окончательная величина напряжения подбирается только после регулировки обоих каскадов

ГЛАВА ПЕРВАЯ

НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

Приемники прямого усиления строят в основном начинающие радиолюбители. Так как они обычно не имеют измерительной аппаратуры, то ниже приводится описание методики налаживания приемников только с помощью авометра.

Принципиальная схема такого приемника, выполненного на трех лампах пальчиковой серии, приведена на рис. 1.

Проверка выпрямителя

Налаживание выпрямителя сводится к проверке напряжений на его выходе. Для этого необходимо иметь авометр ТТ-1 или Ц-20. Испытание выпрямителя надо производить под нагрузкой, т. е. при всех вставленных в приемник лампах.

При отсутствии прибора о величине напряжения накала ламп можно судить по свечению нитей накала или лампочек освещения шкалы. Напряжение накала ламп может отсутствовать в случае короткого замыкания в цепи накала, обрыва обмотки *III* (что очень маловероятно) или отсутствия напряжения на сетевой обмотке.

В первом случае силовой трансформатор сильно нагревается через 2—3 *мин* после включения.

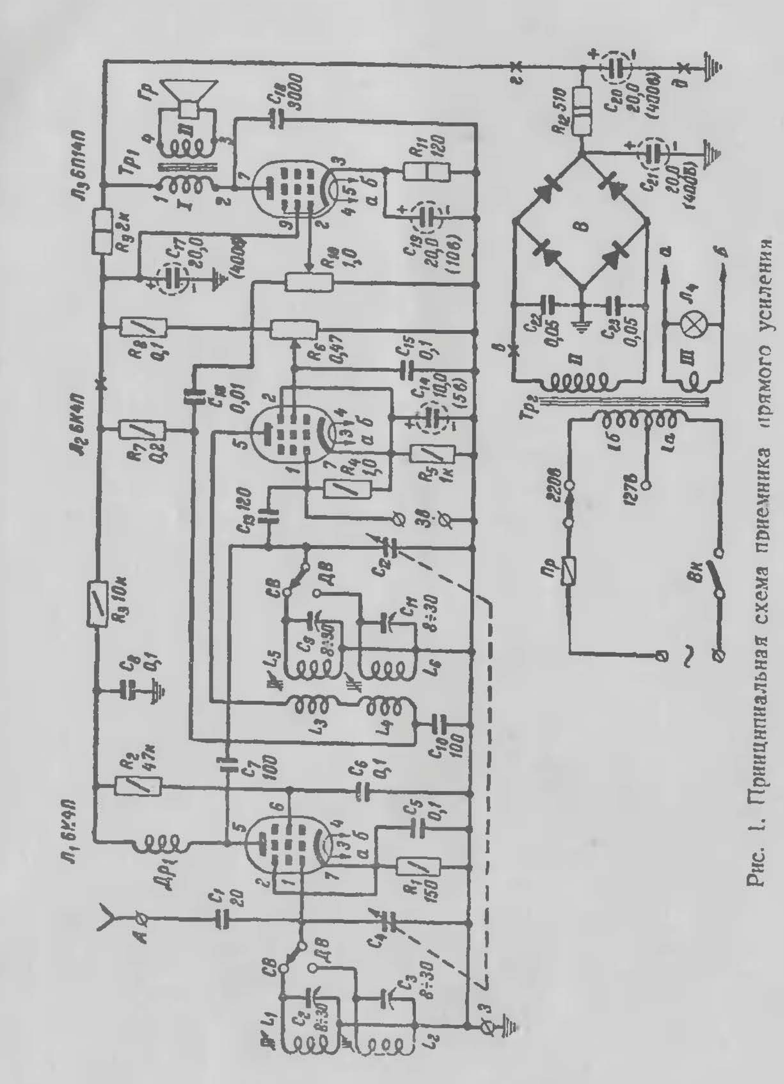


Рис. 1. Принципиальная схема приемника прямого усиления

Причиной короткого замыкания может быть ошибка в монтаже цепей накала, касания лепестка ламповой панели какой-либо лампы заземленного проводника и пр. В этом случае следует отключить один из накальных проводов от обмотки *III* и включить лампочку освещения шкалы или вольтметр непосредственно к выводам обмотки *III*. Наличие напряжения на этой обмотке укажет на то, что в цепи накала ламп имеется короткое замыкание, место которого можно обнаружить путем просмотра монтажа при отключенном проводнике накала от обмотки *III* и при вынутых радиолампах.

Заниженное напряжение накала может быть при коротком замыкании в цепи выпрямителя или короткозамкнутых витках в какой-либо обмотке трансформатора питания, а также из-за недостаточного числа витков или сечения провода обмотки накала при самостоятельном изготовлении силового трансформатора.

Обнаружить первые две причины можно по быстрому нагреванию трансформатора. Если при отключенном выпрямителе (для этого следует разорвать цепь в точке *в* на рис. 1) и отключенных цепях накала ламп трансформатор все же нагревается, то его следует заменить исправным или перемотать.

Проверив цепи накала ламп, переходят к проверке выпрямленного напряжения. Для этого измеряют напряжение на выходе выпрямителя, т. е. между шасси приемника и положительным полюсом конденсатора на выходе фильтра (между точками *г* и *д* на рис. 1). При исправных деталях и правильном монтаже вольтметр должен показать 230—270 *в*. Если напряжение между выводами конденсатора C_{20} равно нулю, то приемник следует отключить от сети и омметром проверить исправность конденсаторов C_{20} и C_{21}. Для того чтобы определить место короткого замыкания, рекомендуется отсоединить от конденсатора C_{20} провод, идущий к анодным цепям приемника.

При коротком замыкании в конденсаторе C_{21} перегорает сетевой предохранитель и в большинстве случаев выходит из строя полупроводниковый выпрямитель. Если короткого замыкания нет, следует убедиться в наличии переменного напряжения на обмотке *II*. Если переменное напряжение на обмотке *II* есть, а выпрямленное напряжение равно нулю, в вентиле выпрямителя имеется обрыв и его необходимо проверить омметром.

Иногда напряжение на выходе фильтра оказывается значительно заниженным (до 100—180 *в*). Причиной этого могут быть: недостаточная емкость конденсатора C_{21}, слишком большой ток утечки в конденсаторах C_{21} и C_{20} (в этом случае они сильно нагреваются), чрезмерное потребление тока приемником, а также короткозамкнутые витки в обмотках трансформатора или ошибка при его намотке.

В первом случае подключение параллельно конденсатору C_{21} заведомо исправного конденсатора емкостью 20—40 *мкф* должно увеличивать выходное напряжение. Если напряжение на выходе выпрямителя занижено из-за очень большого тока через оконечную лампу $Л_3$, что может быть, например, при пробое или утечке в конденсаторе C_{16}, то напряжение должно восстанавливаться до нормальной величины при вынимании из ламповой панели этой лампы. При короткозамкнутых витках в трансформаторе он нагревается через 2—3 *мин*, и его надо заменить.

После того как налажен выпрямитель, приступают к проверке режимов ламп приемника.

Налаживание усилителя низкой частоты

Перед тем как налаживать усилитель низкой частоты, необходимо проверить исправность громкоговорителя и выходного трансформатора. Для этого при отключенном от сети приемнике к выводам первичной обмотки выходного трансформатора (выводы *1* и *2* на рис. 1) подключают щупы омметра, пробника или выводы от батарейки для карманного фонаря. В эти моменты при исправном выходном трансформаторе и громкоговорителе в нем будут слышны громкие щелчки.

Убедившись в исправности этих узлов, надо включить приемник в сеть и начать проверку усилителя. Для этого нужно пальцем или отверткой прикоснуться к управляющей сетке сначала выходной лампы (лепесток *2* панели лампы $Л_3$), а затем предоконечной (лепесток *1* панели лампы $Л_2$). Регулятор громкости при этом должен находиться в положении, соответствующем максимальной громкости. Если усилитель низкой частоты исправен, то в громкоговорителе появится громкий фон переменного тока.

Однако эта простейшая проверка указывает на то, что усилитель работает, но не позволяет определить качество работы, о чем можно судить, подав на вход усилителя напряжение со звукоснимателя или трансляционной сети. Напряжение от трансляционной сети подается на гнезда «Звукосниматель» через сопротивление 1—2 *Мом*, а параллельно гнездам «Звукосниматель» надо включить сопротивление величиной 15—30 *ком*.

Если проверка усилителя производится от звукоснимателя, то желательно применять новые грампластинки.

При воспроизведении грамзаписи проверяют действие регуляторов громкости и тембра (если он имеется). Громкость воспроизведения при исправном регуляторе громкости должна плавно изменяться от максимальной до минимума. Если при вращении ручки регулятора громкости будут прослушиваться трески и шорохи, то его следует заменить. Изменение частотной характеристики с помощью регулятора тембра должно быть плавным и заметным на слух. При любом положении регулятора тембра и максимальной громкости усилитель не должен самовозбуждаться, что обнаруживается по появлению прерывистого звука или свистов различной высоты.

Причиной самовозбуждения усилителя может быть малая емкость конденсатора на выходе выпрямителя (конденсатора C_{20} на рис. 1), обрыв конденсаторов развязок в анодных цепях, например C_8 или C_{17}, отсутствие заземления оболочки экранированных проводов, подходящих к регулятору громкости (и к регулятору тембра). Неудачное расположение деталей, плохая экранировка, плохие пайки также могут привести к самовозбуждению усилителя.

Одну из часто встречающихся неисправностей в радиолюбительских приемниках представляет собой фон переменного тока.

Для устранения фона прежде всего необходимо определить, возникает ли он в усилителе или поступает на вход усилителя извне. Для этого необходимо замкнуть накоротко гнезда «Звукосниматель». Если при этом фон не пропадает, это свидетельствует о том, что он возникает в самом усилителе. Для этого надо выяснить, появляется ли он вследствие недостаточной фильтрации анодного напряжения или из-за наводок от цепей накала на сеточные

цепи ламп, неудачного выбора точки заземления цепи накала или вообще отсутствия заземления в этой цепи. Для этого следует на 1—2 *сек* замкнуть цепь накала и проверить, не пропадает ли фон в момент замыкания. Если фон пропадает, то причина этого кроется в цепях накала. В противном случае фон возникает из-за плохой фильтрации анодного напряжения. В этом случае надо подключить к выходному конденсатору фильтра заведомо исправный конденсатор большой емкости (40—100 *мкф*). Если при этом фон пропадает, следует увеличить емкость конденсаторов фильтра. Если фон не пропадет, то надо определить каскад, в котором он возникает.

Для этого следует поочередно заземлять управляющие сетки всех ламп, начиная с оконечной. Если при заземлении сетки какой-либо лампы фон пропадает, то источник его находится в предыдущих каскадах. Передвигаясь постепенно ко входу усилителя, мы найдем каскад, в котором при замыкании на землю сетки лампы фон будет пропадать. При этом надо выяснить, попадает ли фон на сетку лампы этого каскада из анодных цепей ламп предыдущих каскадов или же он возникает из-за наводок на элементы в сеточной цепи этого каскада. Если при замыкании на землю анода лампы предыдущего каскада фон пропадает, то это указывает на плохую фильтрацию анодного напряжения предыдущего каскада, и тогда в его анодную цепь надо включить развязывающий фильтр, состоящий из сопротивления 10—51 *ком* и конденсатора емкостью 5—20 *мкф*.

Если же при замыкании анода лампы предыдущего каскада на землю фон не пропадает, то это говорит о том, что наводка происходит на элементы, расположенные в цепи сетки этой лампы. Устранить наводку можно тщательной экранировкой проводников и деталей в цепи сетки, а также изменением расположения этих деталей и проводников по отношению к цепям накала и трансформатору питания.

После устранения фона переменного тока иногда приходится корректировать частотную характеристику усилителя с тем, чтобы получить желаемый тембр звучания. Обычно это производится шунтированием первичной обмотки выходного трансформатора последовательно соединенными конденсатором и сопротивлением. Иногда включают только один конденсатор с анода лампы $Л_3$ на землю, как это показано на рис. 1 (конденсатор C_{18}). Если громкоговоритель «басит», то следует уменьшить емкость конденсатора C_{18}. Если же, наоборот, тембр передачи очень высок, нужно увеличить емкость конденсатора C_{18}.

В некоторых конструкциях приемников прямого усиления усилители низкой частоты содержат цепи отрицательной обратной связи, применяющиеся либо для уменьшения фона и искажений в усилителе, либо для коррекции его частотной характеристики, например так, как это сделано в приемнике на схеме рис. 2 (цепь $R_{21}R_{32}$).

При налаживании такого усилителя в любительских условиях приходится опытным путем подбирать величины сопротивлений и емкостей в цепях обратной связи, добиваясь получения возможно меньших искажений при минимальном уменьшении усиления.

Если обратная связь дает не уменьшение, а увеличение усиления или при включении цепи обратной связи возникает свист или гул в громкоговорителе, значит, получается не отрицательная, а положительная обратная связь. При этом надо поменять местами выводы любой из обмоток выходного трансформатора.

Если тембр передачи получается чрезмерно высоким, нужно попробовать включить параллельно сопротивлению R_{32} конденсатор. Он увеличивает коэффициент обратной связи на высших частотах и тем самым снижает их усиление. Емкость этого конденсатора нужно подобрать практически в пределах от нескольких тысяч до десятков тысяч пикофарад.

Включение конденсатора последовательно с сопротивлением уменьшает коэффициент обратной связи на низших частотах, что приводит к увеличению усиления этих частот.

Налаживание детектора

Налаживание детектора сводится к проверке его работы и подбору элементов цепи положительной обратной связи (если она имеется). Для этого к статору конденсатора переменной емкости контура детектора подключают антенну через конденсатор емкостью 33—100 *пф*, а лампу $Л_1$ усилителя высокой частоты следует вынуть из гнезд ламповой панели.

Замкнув накоротко катушку обратной связи (L_3 или L_4) на том диапазоне, на котором работает местная или ближайшая мощная радиостанция, вращением ручки настройки приемника надо попробовать принять эту радиостанцию. Если прием получается, то, значит, детектор работает. Не изменяя настройки приемника, проверяют действие положительной обратной связи. Для этого опять включают катушку обратной связи, а регулятор громкости устанавливают в положение, при котором станция должна еле прослушиваться. Плавно вращая ручку регулировки обратной связи (потенциометр R_6), наблюдают за громкостью сигнала станции, которая должна постепенно увеличиваться до некоторой величины, после чего в громкоговорителе появится громкий свист.

Для того чтобы можно было реализовать усилительные свойства регенеративного детектора, очень важно, чтобы громкость принимаемой станции увеличивалось плавно, а генерация (о чем свидетельствует появление свиста) возникала при среднем положении регулятора обратной связи. Этого добиваются подбором расстояния между контурной катушкой L_5 (или L_6) и катушкой обратной связи L_3 (или L_4), изменением величины сопротивления R_4 и емкостей конденсаторов C_{10} и C_{13}. Обычно величина сопротивления R_4 должна лежать в пределах от 0.5 до 2.0 *Мом*, а емкость конденсаторов C_{10} и C_{13} — в пределах от 50 до 200 *пф* (рис. 1).

Если регулировка обратной связи производится не изменением напряжения на экранирующей сетке детекторной лампы, а каким-либо иным способом, то можно попробовать подобрать величину гасящего сопротивления в цепи экранирующей сетки этой лампы, величина которого обычно лежит в пределах 0,5—2,0 *Мом*.

Действие положительной обратной связи проверяют на краях и в середине каждого диапазона.

Если после подключения катушки обратной связи громкость принимаемой станции не увеличивается при любом положении регулятора обратной связи или даже уменьшается, то следует поменять местами концы катушки обратной связи.

Регулировка контуров приемника

Окончательный этап в налаживании приемника состоит в проверке исправности усилителя высокой частоты и настройке в резонанс контуров детектора и усилителя высокой частоты.

Исправность усилителя высокой частоты проверяют следующим методом: не отключая антенны от контура детектора, настраивают приемник на какую-нибудь станцию. После этого антенну переключают к управляющей сетке лампы усилителя высокой частоты (лепесток 1 панели лампы $Л_1$). Если усилитель высокой частоты исправен, то после небольшой подстройки приемника конденсаторами C_4 и C_2 опять удается принять эту же станцию.

После этого можно приступить к настройке контуров приемника. Условимся в дальнейшем считать за начало диапазона и начало шкалы приемника наименьшую длину волны (максимальную частоту), на которую может быть настроен приемник в данном диапазоне.

Последовательность настройки приемника по диапазонам определяется схемой включения катушек. При использовании в контурах приемника отдельных катушек для каждого диапазона (как показано на схеме рис. 1) безразлично, с какого диапазона начинать настройку. Если же катушки диапазона СВ (средних волн) являются частью катушек диапазона ДВ (длинных волн), то настройку следует начинать с диапазона СВ.

Если имеется возможность воспользоваться заводским приемником с градуированной шкалой, то сначала надо установить границы диапазонов или, как часто говорят, произвести укладку диапазона налаживаемого приемника. При этом надо помнить, что границы диапазонов, а также настройки на станции зависят в основном от настройки контура детектора. Поэтому при настройке контуров в резонанс вначале надо настраивать контур детектора, а остальные контуры подстраивать в резонанс с ним. Градуировка шкалы приемника прямого усиления также определяется настройкой контура детектора.

Начнем укладку диапазонов, например, с диапазона СВ. Для этого настраивают налаживаемый и заводский приемники на какую-либо радиостанцию, работающую в начале СВ диапазона (подстроечные сердечники у катушек L_1 и L_5 и роторы подстроечных конденсаторов C_2, C_9 перед укладкой диапазона устанавливают в средние положения). Прием радиостанции должен происходить при одинаковых положениях роторов блока конденсаторов переменной емкости обоих приемников. Если ротор блока конденсаторов переменной емкости настраиваемого приемника повернут на меньший угол относительно положения минимальной емкости, чем ротор конденсатора заводского приемника, то следует уменьшить емкость подстроечного конденсатора C_9, а если на больший угол — увеличить емкость этого конденсатора.

После этого оба приемника настраивают на какую-либо радиостанцию в конце диапазона. Если прием радиостанции в настраиваемом приемнике производится при большей емкости конденсаторов переменной емкости, то индуктивность контурной катушки следует увеличить, и наоборот. Для увеличения индуктивности катушки необходимо или глубже ввернуть сердечник, или увеличить число витков катушки. Для уменьшения индуктивности катушки следует

вывернуть сердечник или отмотать часть витков катушки. Так как изменение индуктивности катушки контура изменяет его настройку в начале диапазона, то нужно проверить, не оказалась ли радиостанция, которая принималась вначале, за пределами диапазона. Установив границы диапазона, следует подключить антенну на вход усилителя высокой частоты (к гнезду «Антенна»). Настраивая приемник на те же радиостанции, что и при настройке детекторного контура, изменением емкости подстроечного конденсатора C_2 входного контура в начале диапазона и индуктивности катушки входного контура L_1 в конце диапазона добиваются наибольшей громкости приема обеих станций. При этом роторы конденсаторов переменной емкости устанавливают в те же положения, при которых производилась настройка детекторного каскада.

Аналогично настраивают контуры на других диапазонах. При настройке контуров регулятор громкости устанавливают так, чтобы станция была слышна возможно слабее, это позволит настроить контуры более точно. Настройку следует производить в вечернее время, когда условия приема станций наиболее благоприятны.

Если катушки приемника не имеют сердечников, то ускорить настройку можно с помощью испытательной палочки из диэлектрика, на одном конце которой прикреплен ферритовый сердечник, а на другом конце — сердечник из алюминия или меди. Если в катушку входного контура при настроенном приемнике ввести ферритовый сердечник и при этом громкость приема увеличится, то число витков этой катушки следует увеличить. Если же громкость приема увеличится при введении медного сердечника, то число витков катушки следует уменьшить. Если контур настроен точно, то громкость уменьшается при введении как медного, так и ферритового сердечника.

На этом налаживание приемника прямого усиления заканчивают и его работу проверяют при приеме радиостанций на всех диапазонах. В некоторых случаях прием местных радиостанций сопровождается сильным фоном переменного тока. Устранить это явление можно подключением конденсаторов C_{22} и C_{23} к вторичной обмотке трансформатора питания, как это показано на рис. 1 пунктиром.

ГЛАВА ВТОРАЯ

НАЛАЖИВАНИЕ СУПЕРГЕТЕРОДИННОГО ПРИЕМНИКА

Налаживание усилителя низкой частоты

В этой главе будет рассмотрена методика налаживания лампового супергетеродина, схема которого приведена на рис. 2*. По схеме, параметрам и числу радиоламп этот приемник аналогичен промышленным приемникам II класса.

Усилители низкой частоты супергетеродинных приемников отличаются от подобных усилителей в приемниках прямого усиления более высокими качественными показателями. Поэтому схемы уси-

* Схема и конструкция приемника разработаны радиолюбителем В. И. Смирновым.

лителей НЧ супергетеродинных приемников сложнее, в них широко применяются отрицательная (иногда и положительная) обратная связь и широкодиапазонные регуляторы тембра.

Хорошо наладить такой усилитель можно, лишь имея специальную измерительную и контрольную аппаратуру. Нужно также иметь ясное представление о назначении и роли всех элементов, составляющих усилитель, и понимать физические процессы, протекающие в нем.

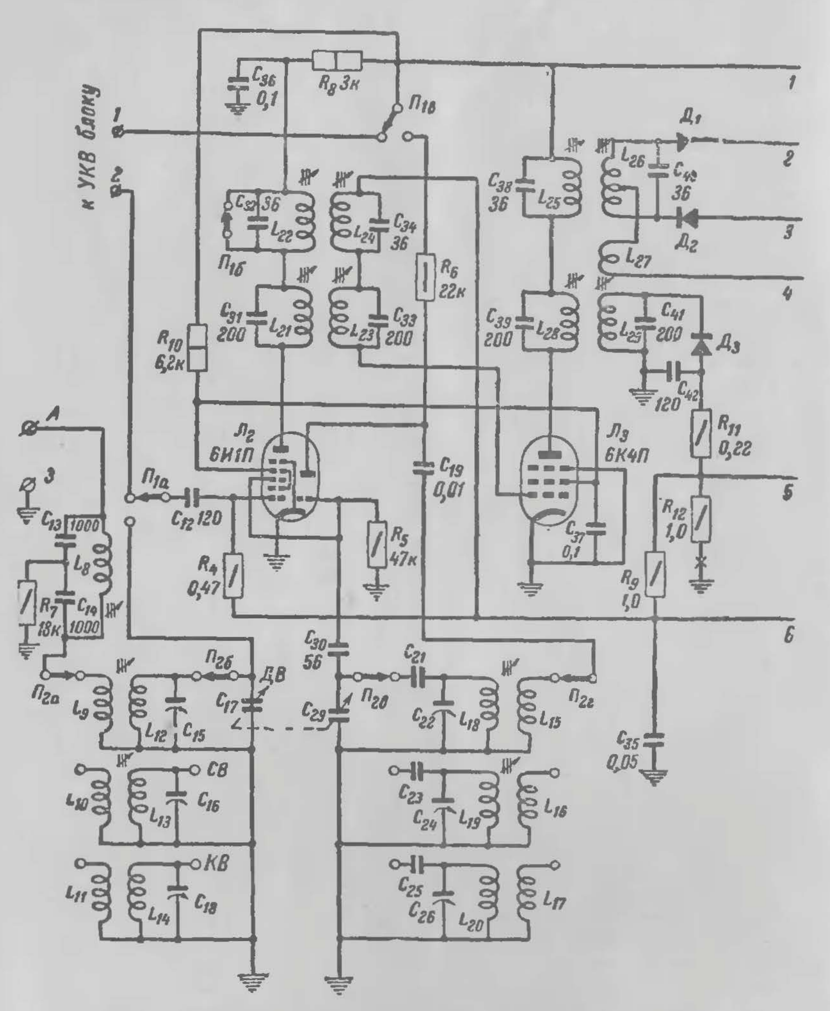
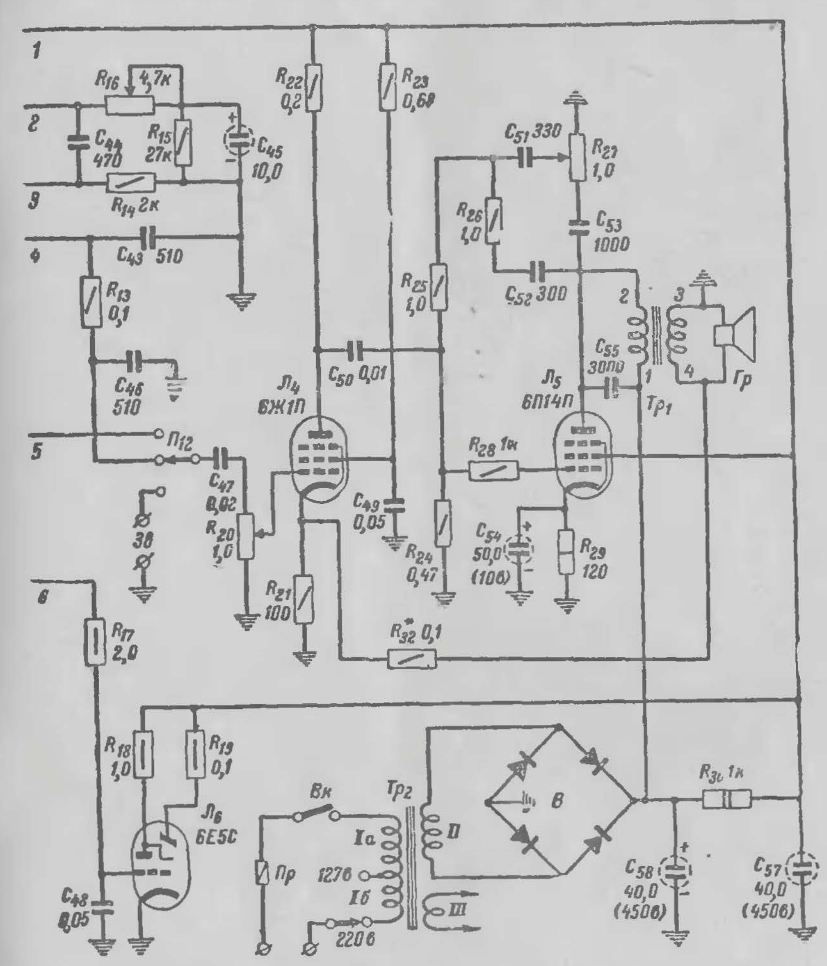


Рис. 2. Принципиальная схема супергетеродинного приемника

После прогрева ламп прежде всего проверяют отсутствие самовозбуждения усилителя. Если в усилителе имеется отрицательная обратная связь, охватывающая каскады с трансформаторами, то перед налаживанием цепь обратной связи следует отключить. Самовозбуждение в усилителе может возникнуть на различных частотах.

Более сложно определить самовозбуждение усилителя на сверхзвуковых, неслышимых ухом частотах. Самовозбуждение усилителей на этих частотах часто бывает причиной искажений, проявляющихся в виде различных хрипов и дребезжаний.

Обнаружить самовозбуждение на этих частотах можно с по-



(схема УКВ-блока приемника приведена на рис. 23).

мощью осциллографа или вольтметра переменного напряжения, который следует подключить параллельно звуковой катушке громкоговорителя. Если в усилителе имеется самовозбуждение, то вольтметр покажет напряжение равное или меньшее номинального выходного напряжения.

При наличии вольтметра постоянного напряжения его следует подключить параллельно сопротивлению R_{29} лампы оконечного каскада. Если при замыкании управляющей сетки лампы оконечного каскада показания вольтметра будут уменьшаться, то усилитель самовозбуждения.

Чаще всего причина самовозбуждения усилителей на сверхзвуковых частотах заключается в плохом качестве выходного трансформатора или неправильном выборе элементов в цепях отрицательной обратной связи (одна цепь R_{25}—R_{27}, C_{51}—C_{53}, другая — R_{21}, R_{32}). При отключенных цепях обратной связи самовозбуждение может возникнуть из-за неудачного монтажа. Устранить самовозбуждение в этом случае можно шунтированием на землю анода лампы первого ($Л_4$ на рис. 2) или второго каскада конденсатором емкостью 50—200 *пф*. Лучшие результаты получаются при включении между анодом и сеткой лампы второго или третьего каскада последовательной цепочки из сопротивления 50—100 *ком* и конденсатора емкостью 10—30 *пф*. Если это не помогает, следует попробовать включить в цепь управляющей сетки лампы оконечного каскада антипаразитное сопротивление величиной 1—10 *ком* (сопротивление R_{28}).

После устранения самовозбуждения переходят к проверке и подгонке режимов ламп по постоянному току. Проверку начинают с блока питания. При номинальном напряжении сети напряжение накала ламп и напряжение на выходе выпрямителя должно отличаться от номинального не более чем на ±10%.

Если выпрямитель дает заниженное напряжение, следует проверить, не превышает ли потребляемый усилителем ток указанного в описании значения. Обычно анодный ток всех ламп каскадов предварительного усиления не превышает 20—30 *ма*, причем наибольшую часть тока потребляет оконечный каскад. Определить величину тока, потребляемого оконечным каскадом, можно путем измерения напряжения на сопротивлении R_{29} в цепи катода лампы и расчета по закону Ома. В случае применения в оконечном каскаде смещения от отдельного источника питания миллиамперметр подключают параллельно первичной обмотке выходного трансформатора[1] (между точками *1—2* на рис. 2) или одной половине выходного трансформатора в двухтактной схеме.

Подогнав режимы ламп, надо проверить качество работы усилителя так, как это описано на стр. 7.

Если усилитель выполнен из доброкачественных деталей по хорошо отработанной схеме, а монтаж его произведен достаточно тщательно, то налаживание усилителя на этом может закончиться.

В случае если качество работы усилителя не удовлетворяет радиолюбителя, переходят к его тщательному покаскадному налаживанию.

---

[1] Сопротивление обмотки обычно много больше сопротивления миллиамперметра, поэтому ошибка измерения не превышает 10—15%, что вполне допустимо.

Если усилитель не дает требуемой выходной мощности даже при увеличении напряжения, подаваемого на его вход, то причинами этого могут быть неправильное согласование сопротивления громкоговорителя (или громкоговорителей) с внутренним сопротивлением лампы оконечного каскада или ее неисправность (потеря эмиссии), или короткозамкнутые витки в выходном трансформаторе.

Если усилитель отдает необходимую мощность, но нелинейные искажения выше нормы, то причинами этого могут быть несогласо-

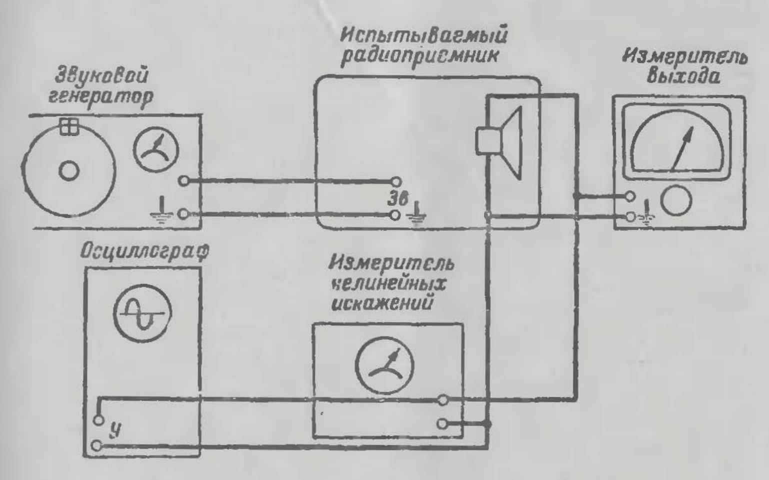


Рис. 3. Схема подключения измерительной аппаратуры при налаживании усилителя низкой частоты.

вание нагрузки в оконечном каскаде, плохое качество стали сердечника выходного трансформатора или неправильный выбор элементов цепи отрицательной обратной связи. В двухтактных усилителях нелинейные искажения могут появиться из-за разбаланса плеч оконечного каскада или асимметрии фазоинвертора.

Если усилитель не пропускает заданную полосу частот, то при завале низших частот это может быть вследствие малых значений емкостей переходных и блокировочных конденсаторов и малой индуктивности первичной обмотки выходного трансформатора. Причиной завала высших частот могут быть большая емкость анодных цепей на землю, большая емкость конденсатора, шунтирующего анод выходной лампы на землю (или первичную обмотку выходного трансформатора), большая индуктивность рассеяния между обмотками выходного трансформатора. Кроме этого, причиной частотных искажений может быть ошибка в номиналах элементов цепей регулировки тембра и отрицательной обратной связи. Убедиться в этом можно временным исключением из схемы усилителя регуляторов тембра или отключением цепи обратной связи. Если это не поможет, то следует снять частотные характеристики каждого каскада усилителя, чтобы определить искажающий каскад.

Испытание и налаживание усилителя низкой частоты производятся по схеме, приведенной на рис. 3. Напряжение от звукового генератора подают на управляющую сетку лампы оконечного каскада и наблюдают на экране осциллографа форму выходного напряжения.

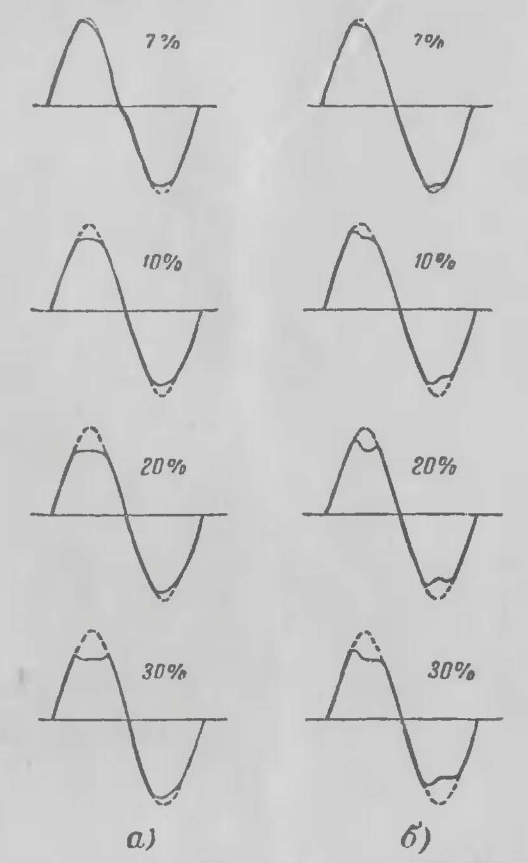


Рис. 4. Осциллограммы искажений в усилителях низкой частоты.

а — в однотактных усилителях, б — в двухтактных усилителях.

При этом надо учитывать, что искажения менее 5—7% на глаз практически незаметны. На рис. 4 приведены осциллограммы синусоидального напряжения с различной степенью нелинейности усилителей с однотактным и двухтактным оконечным каскадом.

Иногда в усилителях при больших значениях выходной мощности, особенно на низших частотах, напряжение на выходе имеет вид, показанный на рис. 5.

Эти искажения возникают вследствие магнитного насыщения сердечника выходного трансформатора, и устранить их можно только заменой выходного трансформатора трансформатором с бо́льшим сечением сердечника. Аналогичные искажения возникают и при малых значениях выходной мощности при отсутствии зазора в сердечнике выходного трансформатора. При этом может оказаться, что усилитель не дает необходимой выходной мощности, либо искажения при номинальной выходной мощности велики.

После устранения этих неисправностей снимают частотную характеристику оконечного каскада. Если усилитель охвачен отрица-

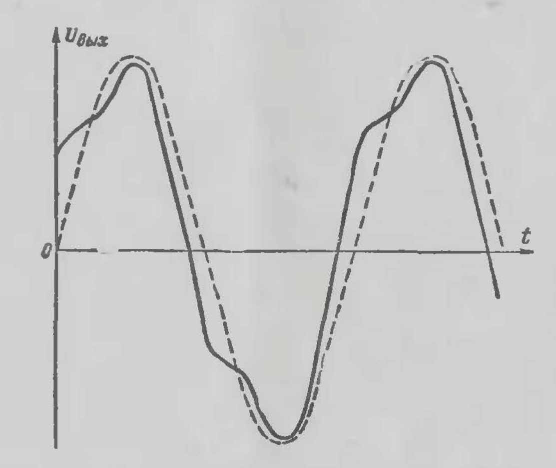


Рис. 5. Искажения сигнала вследствие магнитного насыщения сердечника выходного трансформатора.

тельной обратной связью, особенно частотнозависимой, частотная характеристика оконечного каскада при отключенной обратной связи может значительно отличаться (в худшую сторону) от той характеристики, которая должна получиться при включенной обратной связи и полностью налаженном усилителе.

После регулировки оконечного каскада переключают звуковой генератор на вход предварительного усилителя (к гнездам «Звукосниматель» на рис. 2) и на частоте 1 000 *гц* определяют величину напряжения на выходе генератора, при которой усилитель отдает номинальную выходную мощность (регулятор громкости и регуляторы тембра должны быть в положении наибольшего усиления и наибольшей ширины полосы пропускания). Это напряжение должно быть не более 0,25 *в* для усилителей без обратной связи и не более 0,05—0,1 *в* для усилителей, которые имеют цепи обратной связи, но при данном измерении они отключены.

Окончательный этап налаживания усилителя заключается в подборе элементов цепи обратной связи. Так как назначение обратной

связи может быть весьма различным, то рассмотрим методику подбора элементов цепи обратной связи.

В усилителе по схеме, приведенной на рис. 2, напряжение обратной связи подается со вторичной обмотки выходного трансформатора в цепь катода лампы $Л_4$ через сопротивление R_{32}, величину которого и следует подобрать. Вначале вместо сопротивления R_{32} припаивают переменное сопротивление, в 4—5 раз большее, чем сопротивление R_{32}, и определяют полярность напряжения обратной связи. Если усилитель возбудится, то это укажет на то, что обратная связь получилась положительная, однако и при отсутствии самовозбуждения проверка полярности не исключается. Для такой проверки на вход усилителя подают напряжение такой величины (частотой 1 000 *гц*), чтобы выходное напряжение было примерно вдвое меньше номинального. Затем замыкают накоротко сопротивление R_{21} и наблюдают за показаниями индикатора выхода. Если при этом напряжение на выходе усилителя увеличится, то полярность обратной связи верна, а если уменьшится, то обратная связь положительная. В этом случае надо поменять местами концы вторичной обмотки выходного трансформатора. Величина сопротивления R_{32} подбирается такой, чтобы чувствительность усилителя была не хуже 0,2—0,25 *в*, а усилитель не возбуждался. Для устойчивой работы усилителя необходимо, чтобы величина сопротивления была не менее чем в 2—2,5 раза больше сопротивления, при котором происходит самовозбуждение усилителя.

Заключительным этапом налаживания усилителя является проверка всех его качественных показателей. Весьма желательно оценить также и на слух качество работы усилителя при помощи проигрывателя или магнитофона.

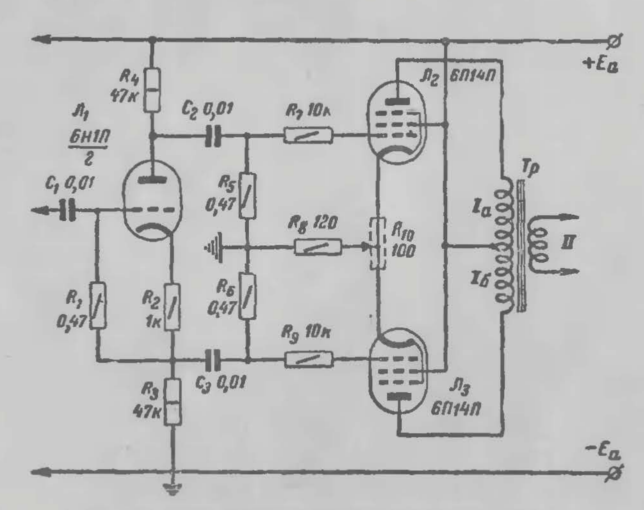


Рис. 6. Схема двухтактного усилителя низкой частоты.

Особенности налаживания некоторых типов усилителей низкой частоты

Двухтактные усилители. Рассмотрим порядок налаживания двухтактного усилителя, схема которого приведена на рис. 6. В отличие от однотактных налаживание двухтактных усилителей начинают не с оконечного каскада, а с фазоинвертора. Сначала фазоинвертор налаживают при вынутых лампах оконечного каскада ($Л_2$ и $Л_3$). На вход фазоинвертора от звукового генератора подается напряжение частотой 1 000 *гц*, величина которого зависит от схемы фазоинвертора и типа оконечных ламп. Для ламп 6П14П оно должно быть: для схемы фазоинвертора с разделенной нагрузкой 5—10 *в*, для схемы с катодной связью 0,5 *в* для лампы 6Н2П и 1—1,5 *в* для лампы 6Н1П; для автобалансной схемы фазоинвертора 0,2—0,3 *в*.

Выходные напряжения фазоинвертора поочередно измеряются на сопротивлениях утечки оконечных ламп ламповым вольтметром. Для всех схем фазоинверторов они должны быть не менее 5—10 *в*. Для получения минимальных искажений разница между напряжениями на сопротивлениях R_5 и R_6 не должны быть более 2—5%, что при напряжении 10 *в* составляет 0,2—0,5 *в*. Если эта разность значительно больше, то необходимо подобрать величину одного из сопротивлений нагрузки фазоинвертора. Если, например, для схемы на рис. 6 напряжение на сопротивлении R_5 больше, чем на R, то надо или уменьшить величину сопротивления R_4, или увеличить величину сопротивления R_3. Желательно с помощью осциллографа убедиться в отсутствии искажений при выходном напряжении 10—12 *в*. Наладив фазоинвертор, вставляют оконечные лампы и после их прогрева еще раз проверяют величины выходных напряжений фазоинвертора.

Условие хорошей работы оконечного двухтактного каскада состоит в симметрии его плеч как по переменному, так и по постоянному току.

Следует помнить, что разбаланс оконечного каскада по постоянному току увеличивает нелинейные и частотные искажения в области низших звуковых частот (от 150 *гц* и ниже). Несимметрия плеч по переменному току увеличивает нелинейные искажения во всей полосе частот усилителя. Так как искажения, возникающие в первом случае, трудно устранимы, то балансировку по постоянному току следует признать более желательной.

Балансировка плеч по постоянному току производится без сигнала. Для этого параллельно обмотке выходного трансформатра $Тр_1$ включают вольтметр постоянного тока с пределом измерений до 3—5 *в*.

Путем подбора ламп следует добиться минимальных показаний вольтметра. Лучшей симметрии по постоянному току, а следовательно, и меньших искажений можно добиться путем включения потенциометра в катодную цепь ламп, показанного на схеме пунктиром. Движок этого потенциометра устанавливают в такое положение, при котором напряжение между анодами ламп $Л_2$ и $Л_3$ равно нулю. В этом случае анодные токи ламп будут равны между собой, но противоположны по направлению, и постоянная составляющая подмагничивания сердечника выходного трансформатора будет отсутствовать.

Указанным способом можно производить балансировку только в том случае, если обе половины первичной обмотки трансформатора совершенно симметричны и имеют равные активные сопротивления. В противном случае балансировка производится по равенству показаний миллиамперметров, включенных в анодные цепи ламп.

Двухканальные усилители. Для нормальной работы двухканального усилителя необходимо, чтобы выходные мощности каждого канала были одинаковы и, кроме того, на частоте раздела (частотная характеристика двухканального усилителя показана на рис. 7) усиление каждого из каналов уменьшалось на 3 *дб* (на 30%) от значения усиления на средних частотах каналов.

В случае если сопротивления громкоговорителей обоих каналов одинаковые, а число и схема их подключения к усилителям также

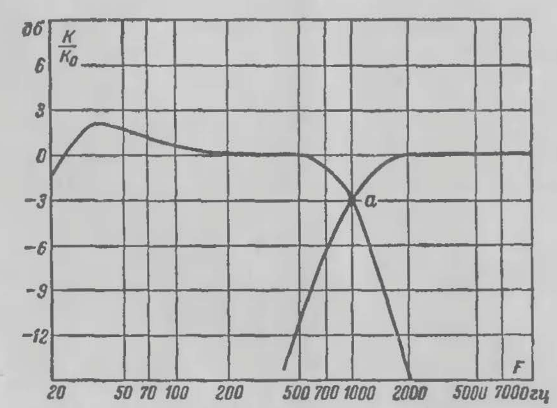


Рис. 7. Частотная характеристика двухканального усилителя низкой частоты (частота раздела —1 000 *гц*).

одинаковы, выравнивание выходных мощностей каналов производится следующим образом. На вход усилителя подают от звукового генератора такое напряжение с частотой 400 *гц*, чтобы напряжение на выходе низкочастотного канала было равно 1 *в* (регулятор громкости этого канала должен находиться в положении максимального усиления). Затем, не изменяя величины напряжения, подаваемого на вход усилителя, увеличивают частоту до 5 000 *гц* и измеряют напряжение на выходе высокочастотного канала. Если это напряжение более 1 *в*, то регулировкой усиления этого канала устанавливают его равным также 1 *в*. Если выходное напряжение на выходе высокочастотного канала менее 1 *в*, например 0,8 *в*, то уменьшают усиление низкочастотного канала до получения на его выходе напряжения 0,8 *в*.

Если сопротивления звуковых катушек громкоговорителей в каналах неодинаковы, то сначала определяют необходимые значения выходных напряжений, соответствующих равной мощности. Если на выходе низкочастотного канала устанавливать напряжение, равное 1 *в*, то напряжение на выходе высокочастотного канала $U_в$ должно быть равно

$$U_в = \sqrt{\frac{R_в}{R_н}},$$

где $R_в$ и $R_н$ — эквивалентные сопротивления звуковых катушек громкоговорителей

Эквивалентное сопротивление определяется как суммарное сопротивление звуковых катушек громкоговорителей между точками подключения к усилителю.

После выравнивания мощностей каналов снимают частотные характеристики усилителей и определяют частоту раздела между каналами (точка *а* на рис. 8 и 7) и уменьшение усиления каналов в этой точке. Подбор необходимого уменьшения усиления и частоты раздела обычно производят изменением емкости переходного

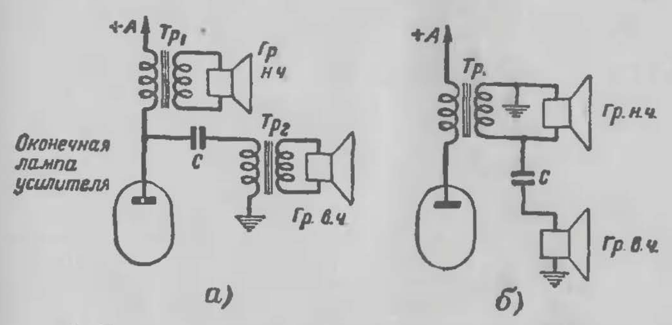


Рис. 8. Схемы подключения высокочастотных громкоговорителей.

а — трансформаторная, *б* — с разделительной емкостью.

конденсатора в высокочастотном канале. При снятии частотных характеристик каналов и использовании в них громкоговорителей с разными сопротивлениями звуковых катушек за нуль децибел на частотной характеристике следует принять напряжения, соответствующие равным выходным мощностям каналов.

Во многих приемниках применяется схема усиления низкой частоты, в которой разделение полосы частот на каналы осуществляется в оконечном каскаде усилителя. При этом разделение на каналы происходит или в анодной цепи усилителя при помощи двух выходных трансформаторов (рис 8,*а*), или на выходе усилителя с помощью разделительной емкости *С* (рис 8,*б*)

В обоих случаях емкость разделительного конденсатора подбирается такой, чтобы на частоте 1000 *гц* напряжение на высокочастотных громкоговорителях было на 3—4 *дб* больше по сравнению с напряжением на частоте 500 *гц*. Специальных мер по выравниванию мощностей по каналам в этом случае не применяют

Бестрансформаторные усилители низкой частоты и стереофонические усилители в радиолюбительской практике распространения пока еще не получили, поэтому особенности их налаживания в данной книге не рассматриваются.

Фазировка громкоговорителей

Для правильной работы любой акустической системы, имеющей более одного громкоговорителя, необходимо правильно их сфазировать. В простейшем случае, когда акустическая система приемника имеет два одинаковых (хотя это и не обязательно) громкоговорителя, фазировку производят следующим образом. К выводам звуковой катушки громкоговорителей поочередно подключают батарейку от карманного фонаря и подбирают полярность включения ее такой, чтобы диффузоры громкоговорителей при включении батарейки двигались в одну сторону. Отметив на выводах звуковой катушки полярность подключения батарейки, соединяют одноименные выводы при параллельном включении и разноименные при последовательном включении громкоговорителей.

Правильность фазировки в такой акустической системе можно проверить и на слух, меняя местами проводники, идущие к одному из громкоговорителей. При неправильном соединении громкоговорителей громкость звучания заметно уменьшается, особенно на средних звуковых частотах. Проверку этим способом надо производить при небольшой громкости.

В более сложных акустических системах, например системах объемного звучания или двухканального усиления фазировка громкоговорителей усложняется. В этом случае необходимо не только правильно сфазировать концы звуковых катушек громкоговорителей, подключенных к одному каналу, но и включить концы вторичных обмоток выходных трансформаторов так, чтобы громкоговорители каналов работали в фазе. Для этого вначале определяют и размечают полярность всех громкоговорителей акустической системы. Затем от вторичной обмотки одного из каналов (лучше всего высокочастотного) отсоединяют цепь отрицательной обратной связи и вторичные обмотки выходных трансформаторов соединяют последовательно. После этого к ним подключают вольтметр переменного тока. Подав на вход усилителя напряжение около 0,1 *в* с частотой 1 000 *гц*, записывают показание вольтметра. Поменяв местами концы вторичной обмотки выходного трансформатора высокочастотного канала, опять записывают показания вольтметра. При включении концов, соответствующих большему показанию вольтметра, размечают полярность выводов вторичных обмоток выходных трансформаторов, учитывая, что обмотка соединены последовательно. Затем подключают громкоговорители, соблюдая полярность выводов вторичных обмоток выходных трансформаторов и звуковых катушек.

Проверка детектора

Правильно собранный детектор не требует никакого налаживания. Для проверки детектора напряжение промежуточной частоты подается от сигнал-генератора через конденсатор емкостью 100—200 *пф* к контуру последнего фильтра УПЧ (к верхнему по схеме выводу катушки L_{20} на рис. 2). Напряжение на выходе сигнал-генератора должно быть около 0,7—1 *в* с глубиной модуляции 30—50%. Плавно изменяя частоту сигнал-генератора от 400 до 470 *кгц* (подключение генератора сдвигает резонансную частоту контура $L_{29}C_{41}$ в область более низких частот), находим резонанс по максимуму громкости частоты модуляции в громкоговорителе. Регулятор

громкости приемника должен стоять в положении максимальной громкости. При указанном уровне входного напряжения (0,7—1 *в*) усилитель должен отдавать мощность, близкую к номинальной.

Усилитель промежуточной частоты

Усилитель промежуточной частоты определяет чувствительность и избирательность приемника по соседнему каналу, поэтому налаживание УПЧ должно производиться с особой тщательностью.

Налаживание усилителя при подобранном режиме лампы сводится к настройке всех трансформаторов промежуточной частоты. Однако, после того как в усилитель будет вставлена лампа $Л_3$, в нем могут быть обнаружены те или иные неисправности.

Наиболее часто встречающаяся в самодельных приемниках неисправность — самовозбуждение усилителя на частоте близкой к промежуточной. Причины самовозбуждения могут быть следующие: обратные связи между анодной и сеточной цепью одного и того же каскада, а также между цепями двух соседних каскадов через источник анодного питания, особенно при числе каскадов более двух, недостаточная или нарушенная экранировка, неправильное включение выводов катушек трансформаторов промежуточной частоты, неправильное включение или неудачный выбор места заземления элементов развязывающих фильтров или обрыв блокировочного конденсатора C_{35} в цепи АРУ (рис. 2).

Самовозбуждение проявляется в виде шумов, свистов, сопровождающих прием каждой радиостанции. Разновидностью самовозбуждения может быть также прерывистая генерация, прослушивающаяся в громкоговорителе в виде громкого непрерывного звука, тон которого может быть самым различным.

Обнаружить самовозбуждение усилителя ПЧ легче всего с помощью осциллографа или электронно-оптического индикатора настройки 6Е5С. При самовозбуждении теневой сектор индикатора будет минимальным, как при приеме мощной местной радиостанции. Если в приемнике индикатор настройки отсутствует, тогда можно использовать вольтметр постоянного тока. Вольтметр подключают между землей и экранирующей сеткой лампы. Если при замыкании накоротко катушек L_{24} и L_{23} в цепи управляющей сетки лампы $Л_3$ показания вольтметра изменятся, то самовозбуждение усилителя есть. Довольно легко обнаружить излучение возбудившегося усилителя промежуточной частоты и с помощью гетеродинного индикатора резонанса.

Для устранения самовозбуждения следует тщательно проверить монтаж усилителя и надежность заземления экранов фильтров промежуточной частоты и конденсаторов развязки. После этого следует проверить правильность включения выводов катушек трансформаторов промежуточной частоты, включив их так, как показано на рис. 9.

Для устранения обратной связи через источник анодного питания в анодную цепь усилителя ПЧ включают фильтр, состоящий из сопротивления 2—5 *ком* и конденсатора емкостью 0,001—0,1 *мкф*. В приемнике, имеющем два каскада усиления промежуточной частоты, такие фильтры необходимо включить в анодные цепи обоих каскадов даже при отсутствии самовозбуждения.

Если это не дает желаемого результата, то для устранения самовозбуждения в сеточную или анодную цепь лампы следует включить антипаразитное сопротивление (показано на рис. 9 пунктиром)

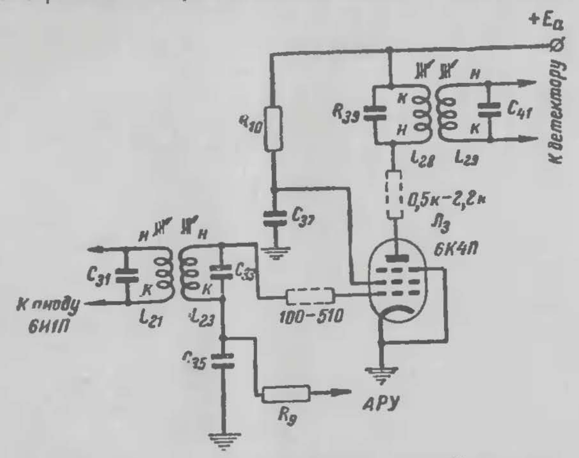


Рис. 9. Схема усилителя промежуточной частоты.

величиной 100—500 *ом* и 0,5—2,5 *ком* соответственно. Еще лучшие результаты получаются при включении сопротивления 27—75 *ом* в цепь катода лампы $Л_3$, не зашунтированного конденсатором. Возникающая в этом случае отрицательная обратная связь по току

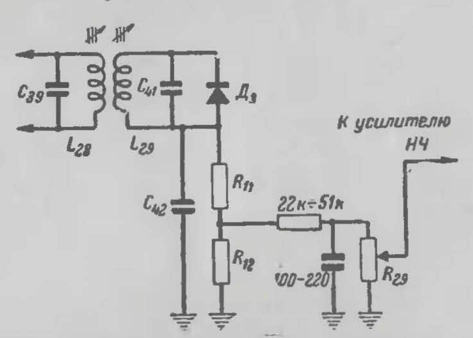


Рис. 10. Схема устранения проникания напряжения промежуточной частоты в усилитель низкой частоты.

уменьшает усиление каскада и увеличивает устойчивость его работы. Иногда самовозбуждение усилителя возникает только при включенном усилителе НЧ и введенном регуляторе громкости. Самовозбуждение в этом случае объясняется недостаточной фильтрацией напряжения промежуточной частоты в детекторе и проникание его в первый каскад усилителя низкой частоты.

Устранить подобное самовозбуждение можно включением *RC*-фильтра на выходе детектора так, как это показано на рис. 10, включением между анодом лампы первого каскада усилителя низкой частоты и шасси конденсатора емкостью 200—2 000 *пф* или включением между сеткой и сопротивлением утечки этого каскада сопротивления величиной 5—20 *ком*.

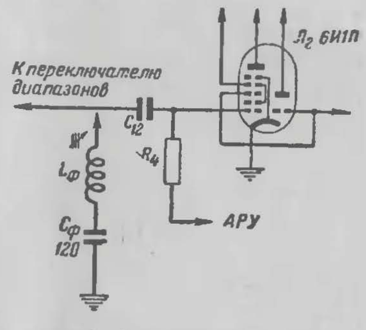


Рис. 11 Включение фильтра на 465 *кгц* во входную цепь преобразователя.

К разновидности самовозбуждения усилителя промежуточной частоты относится случай, когда оно возникает при работе приемника только на высших частотах длинноволнового диапазона в низших частотах средневолнового диапазона. В этом случае частоты входных контуров близки к резонансной частоте контура в анодной цепи преобразовательной лампы, что приводит к возникновению положительной обратной связи через междуэлектродную емкость преобразовательной лампы или через емкости монтажа. Устранение такого вида самовозбуждения представляет собой значительные трудности, так как бороться с ним можно лишь разнесением деталей входных контуров от первого трансформатора промежуточной частоты или включением в цепь управляющей сетки лампы преобразователя фильтра пробки, настроенного на промежуточную частоту. Иногда такой фильтр включают между управляющей сеткой преобразовательной лампы и землей (рис. 11)

Затем переходят к настройке трансформаторов ПЧ. Для этого необходим генератор высокой частоты с амплитудой выхода от 10—20 *мкв* до 1 *в*, например промышленный сигнал-генератор Г4-1А (ГСС-6).

При настройке контуров приемника часто советуют замкнуть накоротко цепь АРУ, так как она притупляет настройку и затрудняет отсчет момента резонанса. Этот совет нельзя считать хорошим, так как он, во-первых, связан с изменением монтажа и, во-вторых, изменяется напряжение смещения ламп УПЧ, что приводит к смещению рабочей точки в нерабочие области характеристик.

Следует помнить, что влияние цепи АРУ исключается, если напряжение на контуре, с которого снимается напряжение на детектор АРУ, не будет при настройке превышать 2—3 *в* (напряжения задержки). При этом детектор АРУ будет заперт и АРУ не действует. Если в схеме АРУ нет задержки, как, например, в нашем случае, можно рекомендовать увеличение глубины модуляции напряжения промежуточной частоты до 70—90%. В этом случае достаточное для точной индикации напряжение на выходе усилителя низкой частоты будет получаться при малых величинах значения напряжения промежуточной частоты и каскады этого усилителя не будут перегружаться. Следует отметить, что увеличение глубины

модуляции выше 30% следует рекомендовать во всех случаях при настройке высокочастотных каскадов, за исключением, конечно, случая измерения чувствительности приемника.

При настройке усилителей промежуточной частоты часто напряжение от сигнал-генератора подают на сетки ламп усилителя через конденсатор емкостью 100—200 *пф*. При этом контур в цепи сетки отключают, а между сеткой и землей включают сопротивление величиной от 50 до 500 *ком*. Более удачной, как не требующей никаких переделок в приемнике, следует признать подачу напряжения от сигнал-генератора через конденсатор емкостью 0,01—0,1 *мкф*. В этом случае входной контур оказывается зашунтированным этим конденсатором и на настройку не влияет.

Регулятор ширины полосы пропускания надо установить в положение «Узкая полоса», потому что при широкой полосе пропускания фильтры усилителя промежуточной частоты часто имеют два максимума, избирательность усилителя становится малой и не позволит получить точную настройку. Кроме этого, все регуляторы ширины полосы пропускания создают при переключении небольшую расстройку. При переходе с узкой полосы на широкую это не опасно, при обратном же переходе будет внесена достаточно большая расстройка и работа приемника в этом положении регулятора полосы будет значительно ухудшена.

В большинстве приемников регулировка полосы пропускания производится одновременно с регулировкой тембра на высших частотах в усилителе низкой частоты. В этом случае при установке регулятора тембра в положение, соответствующее завалу высших частот, одновременно суживается полоса пропускания усилителя промежуточной частоты.

Для наблюдения результатов настройки необходимо применить индикатор выходного напряжения, в качестве которого можно использовать вольтметр переменного тока чувствительностью 1,5—5 *в* на всю шкалу, включив его на выходе приемника. Наиболее желательно использовать для настройки два индикатора (громкоговоритель и вольтметр). При предварительной настройке сильно расстроенных контуров настройку можно вести на слух, при настройке вблизи резонанса момент точной настройки легче заметить по вольтметру.

Для настройки усилителя промежуточной частоты и преобразователя можно использовать сигнал-генератор без модуляции. В этом случае настройку ведут по теневому сектору индикатора настройки или по максимальному отклонению стрелки гальванометра чувствительностью 50—100 *мка*, включенного в разрыв нагрузки детектора. На рис. 2 точка подключения гальванометра обозначена крестиком.

При настройке рекомендуется следующий порядок работы.

Вначале сигнал-генератор, настроенный на частоту 465 *кгц*, подключают к сетке лампы $Л_3$ усилителя промежуточной частоты. Выходное напряжение устанавливают 50—100 *мв* с глубиной модуляции 70—90%, а регулятор громкости приемника устанавливают в положение максимальной громкости.

Вращая отверткой из изоляционного материала сердечник у катушки L_{29}, добиваются максимальной громкости сигнала или наибольшего отклонения стрелки индикатора выхода. При этом по мере настройки контура $L_{29}C_{41}$ выходное напряжение сигнал-гене-

ратора надо постепенно уменьшать так, чтобы максимальное выходное напряжение не превышало 0,5 от нормального выходного напряжения.

После настройки контура $L_{29}C_{41}$ переходят к настройке контура $L_{28}C_{39}$ и также вращением сердечника настраивают контур по максимуму выходного напряжения.

После этого опять подстраивают контур $L_{29}C_{41}$, так как настройка контура $L_{28}C_{39}$ могла привести к изменению настройки контура $L_{29}C_{41}$. Такую поочередную настройку контуров проводят 2—3 раза, пока оба контура не окажутся настроенными точно на частоту 465 *кгц*. В этом случае усилитель должен иметь один четко выраженный резонанс, в чем можно убедиться изменением частоты генератора на ±10—25 *кгц*.

Усилитель можно считать правильно настроенным, если при подаче на сетку лампы $Л_3$ от сигнал-генератора напряжения порядка 10—15 *мв* на выходе приемника развивается мощность, близкая к номинальной.

Если усилитель имеет не один, а два каскада, то настройка второго каскада ведется так же, как и первого.

При одном каскаде усиления связь между контурами трансформаторов может быть меньше критической, что выразится в одногорбой частотной характеристике, а при двух каскадах фильтры промежуточной частоты могут иметь связь выше критической и двугорбую характеристику. Определить степень связи можно следующим простым способом: все контуры фильтра сначала настраивают точно в резонанс по максимальному выходному сигналу, а затем изменяют частоту сигнал-генератора на ±10—20 *кгц* и проверяют симметричность частотной характеристики каскада. Если, несмотря на тщательную настройку, характеристика получилась двугорбой или несимметричной, то связь между контурами больше критической и настройка такого фильтра ПЧ ведется с поочередным шунтированием контуров. Если же характеристика получилась одногорбой, то связь между контурами меньше критической.

Шунтирование контуров производится цепочкой, показанной на рис. 12. Такую цепочку включают параллельно одному контуру, а другой контур настраивают по максимуму выходного напряжения. Затем цепочку переключают к другому контуру. Иногда при настройке фильтров со связью выше критической рекомендуют шунтировать контуры конденсатором емкостью 200—500 *пф*. К недостатку этого способа следует отнести более значительное снижение усиления, чем при использовании *RC*-цепочки.

Закончив настройку второго фильтра промежуточной частоты, переходят к настройке первого фильтра $L_{21}C_3$; $L_{23}C_{33}$, включенного в анодную цепь преобразовательной лампы $Л_2$.

Для настройки первого фильтра напряжение от сигнал-генератора подается к гнездам «Антенна» и «Земля» приемника, переключатель диапазонов устанавливают в положение «Длинные волны», а приемник настраивают на низшую частоту диапазона.

Настройка контуров фильтра в анодной цепи преобразователя ведется так же, как настройка фильтра в анодной цепи УПЧ.

Для повышения избирательности приемника между преобразователем и усилителем ПЧ иногда включают не два связанных контура, а три или даже четыре. Для упрощения настройки связь между контурами фильтра берут немного меньше критической.

В этом случае все контуры фильтра настраивают на максимум выходного напряжения на частоте 465 *кгц*. Настройку контуров начинают с контура ближнего к усилителю промежуточной частоты. При самостоятельном изготовлении многоконтурных фильтров необходимо не только настроить контуры в резонанс, но и подобрать связь между ними, что представляет довольно сложную задачу. Поэтому настройку контуров такого фильтра и подбор связи между ними следует производить до установки его в приемник, а в приемнике производить лишь окончательную настройку. После настройки всех контуров промежуточной частоты снимается частотная характеристика, начиная со входа преобразовательной лампы, при двух крайних положениях регулятора ширины полосы пропускания (если он есть).

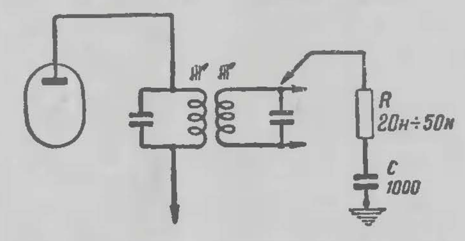


Рис. 12. Схема подключения *RC*-цепочки при настройке контуров со связью выше критической.

Для того чтобы судить об устойчивости работы усилителя, необходимо снять также частотную характеристику его при пониженных напряжениях (до 20—50 *в*) на экранирующих сетках ламп. Для этого достаточно включить между экранирующей сеткой лампы (или ламп) и шасси сопротивление порядка 10—15 *ком*.

Совпадение частотной характеристики усилителя в облегченном режиме с частотной характеристикой в номинальном режиме свидетельствует о его устойчивой работе.

Преобразователь частоты

Налаживание преобразователя частоты состоит из трех этапов: проверки генерации гетеродина, укладки диапазонов контуров гетеродина и сопряжения настроек входных и гетеродинных контуров. Схема преобразователя частоты без переключателя диапазонов приведена на рис. 13.

Вначале проверяют наличие колебаний гетеродина. При исправном преобразователе в громкоговорителе приемника должен быть слышен характерный шипящий звук. Отсутствие такого звука свидетельствует большей частью о неисправности гетеродина.

Для того чтобы убедиться в наличии колебаний гетеродина, обычно предлагают отпаять один конец сопротивления утечки R_5 сетки лампы гетеродина и последовательно с ним включить микроамперметр для измерения сеточного тока. Иногда рекомендуют включить миллиамперметр в разрыв анодной цепи лампы. Гораздо проще судить о генерации по постоянному напряжению, образующемуся при наличии колебаний от тока сетки на сопротивлении утечки. Для этого вольтметр постоянного тока со шкалой 10—50 *в* или миллиамперметр со шкалой 0,1—0,5 *ма* подключается к сетке лампы так, как это показано на рис. 13. Добавочное сопротивление $R_д$ не вносит большой расстройки и не вызовет срыва колебаний. Сопротивление $R_д$ нужно присоединить к концу щупа, подключенного к выводу «—» миллиамперметра или вольтметра.

При работающем гетеродине постоянное напряжение на сетке равно 10—12 *в*, а ток 100—150 *мка*. Проверка колебаний гетеродина, а также их амплитуды производится в середине и по краям

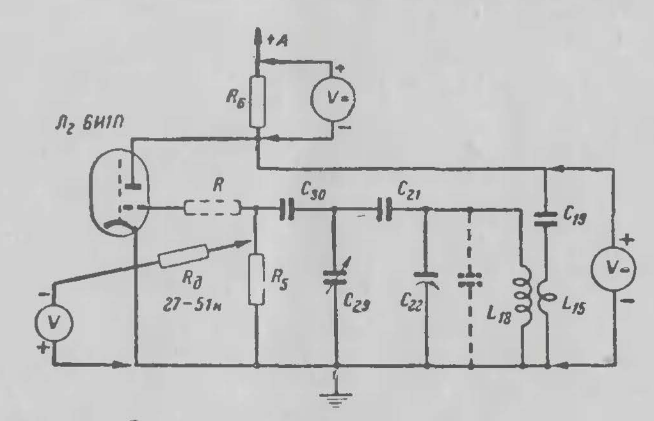


Рис. 13. Схема гетеродина приемника на длинных волнах.

каждого диапазона. Амплитуда колебаний гетеродина, а следовательно, и отрицательное напряжение на сетке гетеродина не должны меняться более чем на ±15% в пределах одного диапазона.

Проверить генерацию можно также вольтметром постоянного тока, подключив его между анодом лампы гетеродина и землей или параллельно сопротивлению в анодной цепи гетеродина (сопротивление R_6). Если при замыкании конденсатора контура гетеродина или прикосновении пальцем к сетке лампы показания вольтметра изменяются, то гетеродин генерирует.

В том случае, когда гетеродин не работает на всех диапазонах (схема собрана правильно, и все детали исправны), то наиболее вероятен выход из строя лампы. Если гетеродин работает не на всех диапазонах, то причиной этому может быть обрыв контурной катушки или катушки обратной связи на этом диапазоне, отсутствие контакта в переключателе диапазонов, малое число витков катушки обратной связи или неправильное включение ее выводов. Исправность катушек и надежность контактов в переключателе диапазонов проверяют омметром, который следует включить на предел, соответствующий измерению самых малых сопротивлений.

При проверке катушек контуров радиоприемника на обрыв можно руководствоваться величиной их сопротивлений постоянному току:

Катушки	Сопротивление, *ом*
Фильтры промежуточной частоты на 465 *кгц*	5—10
То же, на 110 *кгц*	12—25
Антенная катушка ДВ	75—120
То же, СВ	25—40
Контурные катушки ДВ	15—40
То же, СВ	3—5
Гетеродинные катушки ДВ	5—15
То же, СВ	1—3

При пользовании обычными авометрами сопротивление катушек диапазонов КВ и УКВ, а также катушек обратной связи будет всегда около нуля.

В правильности включения выводов катушки обратной связи лучше всего убедиться, поменяв местами выводы этой катушки или катушки контура в зависимости от того, к которой из них легче доступ.

Для того чтобы правильно включить катушку, при монтаже приемника надо придерживаться следующего правила: если катушки намотаны в одну сторону, то начало контурной катушки должно быть присоединено к земле, а начало катушки обратной связи — к аноду лампы.

Из-за сильной обратной связи или неправильно выбранных параметров цепи R_5C_{30} (гридлика) в гетеродине иногда возникают колебания на частоте, отличной от требуемой. При паразитной генерации, которая обычно возникает на высокочастотных участках диапазона, напряжение на сетке лампы резко увеличивается, в чем можно убедиться с помощью вольтметра или миллиамперметра (включать его следует как показано на рис. 13).

Устранить паразитную генерацию обычно удается уменьшением постоянной времени цепи R_5C_{30} или уменьшением величины обратной связи. Если даже при уменьшении сопротивления R_5 до 22 *ком* и емкости C_{30} до 47 *пф* и уменьшении связи между катушками контура и обратной связи подавить паразитную генерацию не удается, то необходимо в сеточную цепь гетеродина включить (показанное пунктиром) сопротивление R величиной 100—220 *ом*. Так как включение этого сопротивления уменьшает амплитуду колебаний на всех частотах, то величина его должна быть только такой, при которой происходит срыв паразитной генерации.

При очень глубокой обратной связи или очень большой постоянной времени гридлика (например, обрыве сопротивления R_5) может возникнуть прерывистая генерация. При этом гетеродин генерирует не непрерывные колебания с какой либо частотой, а пачки импульсов, частота заполнения которых равна частоте гетеродина. В громкоговорителе при этом прослушивается именно частота повторения этих пачек, которая может иметь несколько десятков герц.

Устранить прерывистую генерацию можно уменьшением постоянной времени гридлика R_5C_{30} или уменьшением связи между контурной катушкой и катушкой обратной связи. Для этого надо увеличить расстояние между ними, если это допускает их конструкция, или уменьшить число витков катушки обратной связи. Отматывать

витки следует постепенно, уменьшая каждый раз их число на 15—20%, пока не пропадет прерывистость генерации.

Добившись нормальной работы гетеродина, нужно проверить работу преобразователя, т. е. работу гептодной части лампы 6И1П. Для этого к гнездам «Антенна», «Земля» подключают ВЧ генератор. Проверку преобразователя производят на всех диапазонах. Ротор конденсатора настройки устанавливают в среднее положение и, изменяя частоту генератора (с включенной модуляцией 30—80%) в пределах данного диапазона, настраивают генератор по максиму-

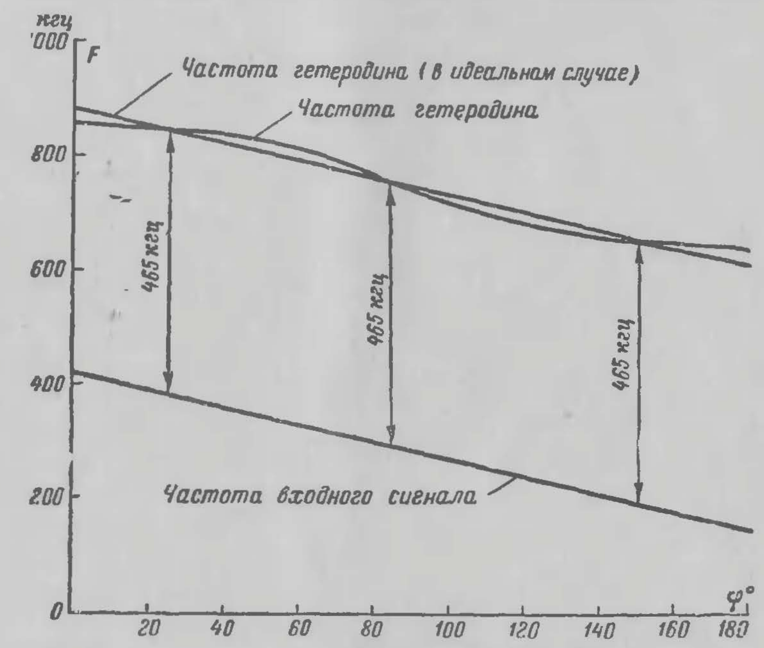


Рис. 14. Идеализированный график сопряжения контуров (диапазон ДВ).

му громкости на выходе приемника. Выходное напряжение генератора устанавливают равным 20—50 *мкв*. Заметив частоту генератора $f_г$, настраивают генератор на частоту, равную $f_г+930$ *кгц*, т. е. зеркальную частоту. Громкость при этом должна быть примерно такой же, как и при настройке на частоту $f_г$.

Убедившись в нормальной работе гетеродина и преобразователя, можно приступить к настройке контуров гетеродина. Однако перед этим надо выяснить последовательность настройки контуров по диапазонам (см. стр. 10).

В том случае, когда применяют готовую шкалу от какого-либо заводского приемника, следует помнить, что добиться совпадения настроек приемника со шкалой можно только в том случае, когда

форма пластин блока конденсаторов переменной емкости совпадает с формой пластин конденсаторов приемника, от которого взята шкала, или используются одни и те же конденсаторы. В противном случае возможно совпадение настроек со шкалой только по краям диапазона.

Необходимые соотношения между частотами входного и гетеродинного контуров достигаются уменьшением индуктивности контурной катушки гетеродина по сравнению с индуктивностью катушки входного контура и включением в контур гетеродина конденсаторов C_{21} и C_{22}. Конденсатор C_{22}, увеличивающий начальную емкость, называется подстроечным, а конденсатор C_{21}, включенный последовательно с конденсатором переменной емкости, сопрягающим.

В некоторых приемниках подстроечный конденсатор C_{22} может быть включен параллельно не катушке, а конденсатору C_{29}; сопрягающий конденсатор C_{21} может быть включен последовательно не с конденсатором C_{29}, а с катушкой.

Таблица 1

Диапазон	Частота, *кгц*	Частоты точного сопряжения, *кгц*					
		Входные контуры			Контуры гетеродина		
		начало f_1	середина $f_{ср}$	конец f_2	начало f_1	середина $f_{ср}$	конец f_2
ДВ	150—415	400	280	160	865	745	625
СВ	520—1 600	1 500	1 000	600	1 965	1 465	1 065
КВ	3 950—1 210	12 000	8 000	4 000	12 465	8 465	4 465

Схема гетеродина, приведенная на рис. 13, обеспечивает точное сопряжение в трех точках диапазона: в начале на частоте f_1, в середине на частоте $f_{ср}$ и в конце на частоте f_2 (точках точного сопряжения). При этом отклонение от идеального сопряжения во всех остальных точках диапазона оказывается вполне допустимым (рис. 14). Наиболее часто используемые в радиолюбительской практике частоты точного сопряжения для стандартных диапазонов и промежуточной частоты 465 *кгц* приведены в табл. 1.

Для получения наилучшего сопряжения контур гетеродина должен допускать регулировку индуктивности катушки L_8 и конденсаторов C_{21} и C_{22}. Однако на практике на место конденсатора C_{21} включают конденсатор постоянной емкости с допуском ±5%, а регулировка сопряжений производится в двух точках диапазона: на частоте f_1 изменением емкости подстроечного конденсатора, а на частоте f_2 регулировкой величины индуктивности катушки. При этом получаются сопряжения и в середине диапазона на частоте, равной или близкой к $f_{ср}$.

Для выяснения степени расстройки гетеродина следует определить какой элемент контура и в какую сторону надо изменять, чтобы добиться сопряжений в данной точке шкалы. Для этого поступают следующим образом. Частоту сигнал-генератора устанавливают равной частоте точного сопряжения и добиваются приема сигнала вращением ручки настройки приемника.

Если в начале шкалы стрелка указателя настройки приемника показывает, например, более короткую волну, то надо уменьшить емкость $C_{п}$. В конце шкалы надо регулировать индуктивность катушки, например увеличить, если стрелка шкалы ушла дальше контрольной точки.

Поскольку на всех диапазонах (за исключением растянутых КВ) регулировка преобразователя производится одинаково, рассмотрим подробно процесс настройки диапазона длинных волн.

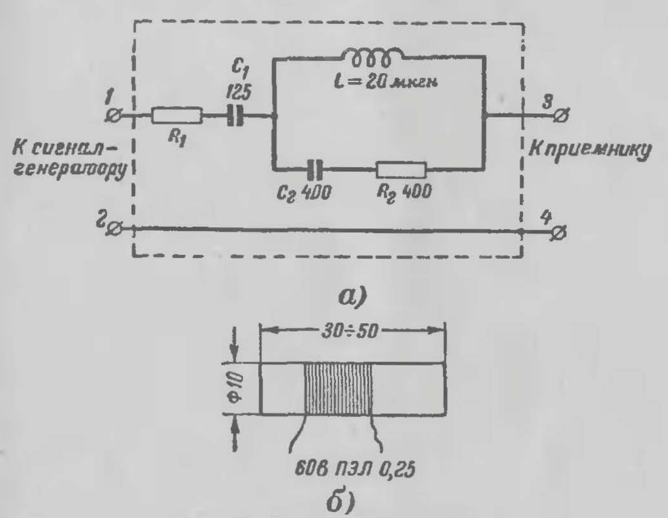


Рис. 15. Эквивалент антенны.
а — принципиальная схема. *б* — катушка L_1.

На вход приемника (к гнездам «Антенна», «Земля») через эквивалент антенны (рис. 15) подключают сигнал-генератор, а контроль выходного напряжения ведется так же, как и при настройке усилителя промежуточной частоты. Переключатель диапазонов приемника устанавливают в положение «Длинные волны».

Вначале производят настройку фильтра-пробки на входе приемника ($L_8C_3C_{14}R_7$ на схеме рис. 2). На шкале частот сигнал-генератора устанавливают частоту 465 *кгц*. Выходное напряжение должно быть таким, чтобы индикатор выхода показывал напряжение 0,5—1 *в*. Вращая сердечник катушки L_8, добиваются минимума сигнала на выходе приемника. Постепенно увеличивая выходное напряжение сигнал-генератора и медленно изменяя его частоту, проверяют соответствие положения минимума частот 465 *кгц*.

Затем настраивают входной и гетеродинный контуры на низшей частоте сопряжения, для чего на сигнал-генераторе устанавливают частоту 160 *кгц* и выходное напряжение 200—500 *мкв* при глубине модуляции 30—80%. Регулятор громкости приемника должен быть установлен в положение максимальной громкости, а регулятор полосы — в положение «Узкая».

Установив роторы конденсаторов C_{17}—C_{29} в положение, соответствующее нижней частоте сопряжения (угол поворота от минимальной емкости примерно 160—170°), изменением положения сердечника катушки гетеродина L_8 добиваются максимальной громкости сигнала на выходе приемника. Настроившись на максимум, уменьшают напряжение на выходе сигнал-генератора так, чтобы сигнал на выходе приемника был негромким. После этого аналогично настраивают катушку L_2 входного контура.

Если частота 160 *кгц* принимается при полностью выведенном сердечнике гетеродинной или контурной катушки, необходимо уменьшить число витков этой катушки. Если настройка контура на частоту 160 *кгц* получается при полностью введенном сердечнике, число витков катушки надо увеличить.

Закончив настройку контуров на низшей частоте сопряжения, устанавливают конденсатор переменной емкости в положение, соответствующее приему высшей частоты сопряжения (угол поворота пластин 3—5°). Частоту сигнал-генератора устанавливают равной 400 *кгц*, а выходное напряжение сигнал-генератора 200—500 *мкв*.

Вначале настраивают контур гетеродина подстроечным конденсатором C_{22} до получения максимального сигнала на выходе приемника. Если при максимальной емкости конденсатора C_{22} все же не удается получить четко выраженного максимума сигнала, то конденсатор C_{22} устанавливают в среднее положение и поворачивают ротор конденсатора переменной емкости на угол 3—5° в сторону увеличения емкости. Если настройка получается при минимальной емкости конденсатора C_{22}, то поворачивают ротор конденсатора в сторону уменьшения емкости. После настройки гетеродина подстраивают входной контур с помощью конденсатора C_{15}.

Так как настройка контуров на высшей частоте сопряжения изменяет настройку и на низшей частоте, то необходимо повторить настройку на частоте 160 *кгц* в описанной последовательности. При этом ротор блока конденсаторов переменной емкости следует установить точно в то же положение, в котором производилась первоначальная настройка. Повторные настройки на крайних частотах сопряжения производят до тех пор, пока вращение подстроечных конденсаторов и сердечников контурных катушек не будет вызывать увеличения громкости сигнала на выходе. Обычно достаточно производить настройку 2—3 раза.

Особенности настройки КВ-диапазона

Как известно, частота гетеродина в вещательных приемниках берется всегда выше частоты принимаемого сигнала на величину промежуточной частоты. Если в диапазонах СВ и ДВ настройка получается правильной, то на высшей частоте КВ-диапазона легко можно ошибиться и настроить гетродин не выше, а ниже частоты принимаемого сигнала.

Действительно, пусть на вход приемника подано напряжение с частотой 12 *Мгц*. При этом правильная частота гетеродина $f_г$ должна быть равна 12,465 *Мгц*. Но сигнал с частотой 12 *Мгц* можно легко принять, если частота гетеродина будет не выше, а ниже частоты сигнала, т. е. $f'_г$ равна 11, 535 *Мгц*. При этом частота гетеродина $f_г$ отличается от частоты $f'_г$ всего на 7,3%. Поэтому при настройке КВ-диапазона следует из двух настроек гетеродина выбирать ту, которая получается при меньшей емкости конденсатора контура или более вывернутом сердечнике контурной катушки. Правильность настройки гетеродина проверяют при постоянной частоте сигнал-генератора. При этом должна быть еще одна точка приема при большей емкости (или индуктивности) контура гетеродина.

Если при неизменной настройке приемника изменять частоту сигнал-генератора, то последний будет приниматься при двух частотах, отличающихся на 930 *кгц*, т. е. $2 f_{пр}$. При этом более высокая частота называется зеркальной. Чтобы не настроить приемник на зеркальную частоту, надо помнить, что из двух установок частот генератора правильной будет установка с меньшей частотой.

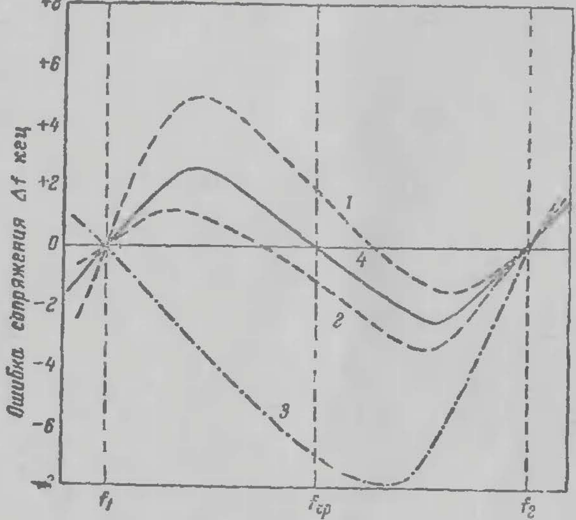


Рис. 16. Кривые сопряжения.

1 — индуктивность контура гетеродина мала, 2 — индуктивность контура гетеродина велика, 3 — индуктивность контура гетеродина очень велика, 4 — индуктивность контура гетеродина нормальна

Проверка сопряжения

Последний этап регулировки приемника заключается в проверке сопряжения по диапазону. Такая проверка необходима потому, что точное сопряжение на крайних частотах может быть получено при значении индуктивности контура, значительно отличающейся от требуемой величины, тогда как сопряжение на средней частоте может быть получено только при вполне определенной величине индуктивности контурной катушки. Элементы контура гетеродина рассчитываются таким образом, чтобы зависимость погрешности сопряжения по диапазону имела вид, показанный на рис. 16 кривой 4. Как фактически получилось сопряжение по диапазону, можно опре-

делить с помощью испытательной палочки. Ротор конденсатора переменной емкости поворачивают на 70° от положения минимальной емкости, т. е. в положение приема средней частоты точного сопряжения $f_{ср}$. Подав на вход приемника через эквивалент антенны напряжение от сигнал-генератора с частотой, близкой к $f_{ср}$, настраивают его так, чтобы сигнал на выходе приемника был максимальным. Затем концы испытательной палочки поочередно подносят к виткам катушки входного контура и наблюдают за величиной напряжения сигнала на выходе приемника. Если сопряжение выполнено правильно, то сигнал будет уменьшаться при поднесении к катушке любого конца испытательной палочки. В противном случае один из концов палочки будет уменьшать, а другой — увеличивать напряжение сигнала на выходе приемника.

Такую проверку необходимо произвести в трех-четырех точках шкалы вблизи средней частоты точного сопряжения. Если при этом точка точного сопряжения окажется смещенной по шкале в сторону более низких частот, то для коррекции настройки индуктивность катушки гетеродина надо уменьшить, а если в сторону более высоких частот — увеличить и снова произвести сопряжение.

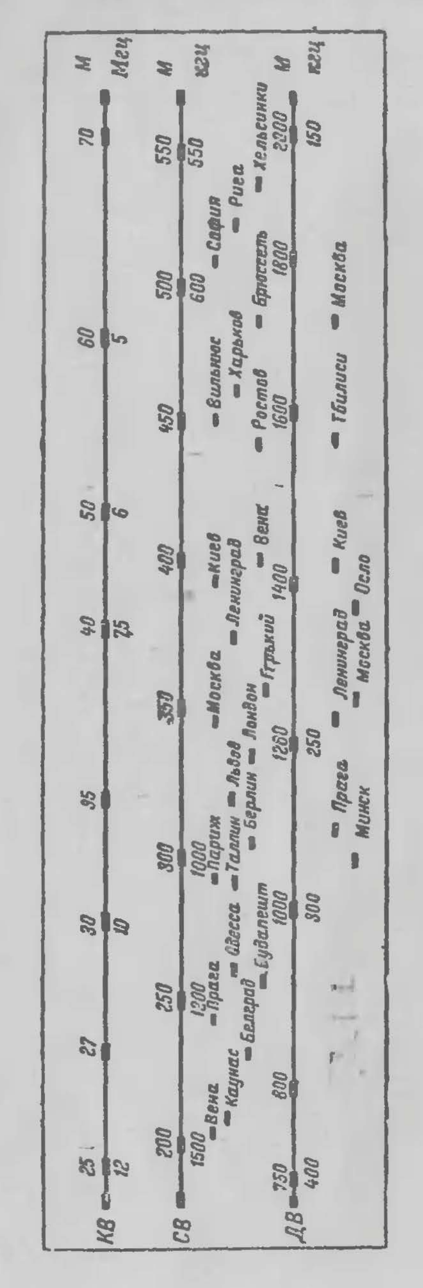
Если точка точного сопряжения вообще отсутствует (кривая *3* на рис. 16), то потребуется значительное изменение индуктивности катушки гетеродина и емкости сопрягающего конденсатора, а необходимое направление изменения индуктивности определяется с помощью испытательной палочки на средней частоте. Если сигнал на выходе приемника увеличивается при поднесении к катушке гетеродина медного сердечника, то индуктивность велика и ее следует уменьшить. Если сигнал на выходе приемника увеличивается при поднесении к этой же катушке ферритового сердечника, то индуктивность гетеродинной катушки надо увеличить.

После изменения величины индуктивности необходимо заново произвести настройку приемника на двух частотах сопряжения и опять проверить сопряжение в средней части диапазона.

В распоряжении радиолюбителя не всегда имеется сигнал-генератор, поэтому ниже описываются два способа настройки контуров супергетеродина без сигнал-генератора. Первый, самый простой способ — по сигналам радиовещательных станций; второй — при помощи приемника промышленного изготовления.

Настройка приемника по сигналам радиостанций

Настройка усилителя промежуточной частоты. Для настройки усилителя промежуточной частоты надо настроить приемник на какую-либо радиовещательную станцию, а затем настроить контуры усилителя промежуточной частоты по максимуму сигнала принимаемой радиостанции на выходе приемника. Настройку желательно вести при приеме местной или мощной радиостанции. Однако в сильно расстроенном приемнике обычно удается принять радиостанции только в КВ-диапазоне. Перед тем как к приемнику подключить антенну и настроиться на радиостанцию, по сигналам которой будет вестись настройка, надо подстроечные сердечники всех контуров усилителя промежуточной частоты установить в среднее положение. (Если в приемнике применены заводские фильтры промежуточной частоты и их сердечники залиты краской, то их трогать не следует). Приняв сигналы радиостанции и не изменяя в дальнейшем настройки при-



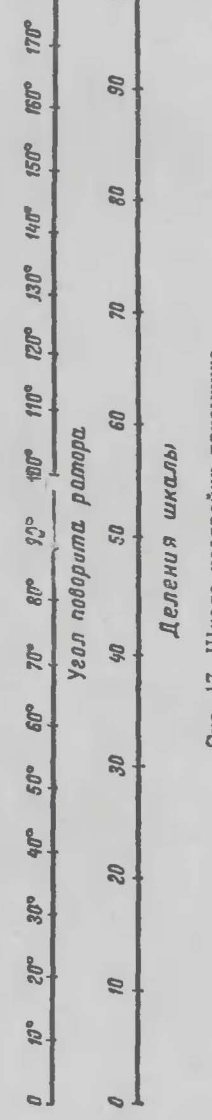


Рис. 17. Шкала настройки приемника

емника, настраивают по максимальной громкости принимаемого сигнала фильтр в анодной цепи последней лампы усилителя промежуточной частоты (фильтр $L_{23}S_{39}L_{29}C_{41}$ на рис. 2). После этого, не изменяя настройки этого фильтра, настраивают остальные контуры усилителя промежуточной частоты.

Настройку преобразователя производят обычным способом: сначала укладывают границы диапазонов регулировкой контура гетеродина, а затем производят сопряжение. Для облегчения укладки диапазонов желательно пользоваться шкалой какого-либо промышленного приемника или вспомогательной шкалой со стандартными диапазонами, изображенной на рис. 17. При этом надо принимать радиостанции, частоты которых известных или места их приема указаны на шкале.

Рассмотрим, например, укладку контуров гетеродина диапазона длинных волн. Установив сердечник катушки L_{18} в среднее положение, настраивают приемник на какую-нибудь радиостанцию в конце диапазона (при емкости блока переменных конденсаторов близкой к максимальной). Определив радиостанцию, устанавливают указатель настройки приемника (или ротор блока конденсаторов переменной емкости) в положение на шкале, где должна приниматься данная радиостанция. Если максимальная громкость приема радиостанции получается при положении указателя ближе к началу шкалы, то индуктивность контурной катушки следует уменьшить, и наоборот.

Может оказаться, что при полностью ввернутом сердечнике катушки L_{18} громкость все же не получается максимальной. Это укажет на малую емкость конденсатора C_{22}, которую надо увеличить присоединением параллельно ему постоянного конденсатора емкостью 10—15 *пф*. Если наибольшая громкость получается при полностью вывернутом сердечнике, то емкость конденсатора C_{22} надо уменьшить.

Подстроив конец длинноволнового диапазона, переходят к подстройке его начала.

Для этого настраивают приемник на какую-либо радиостанцию в начале диапазона и повторяют указанную выше операцию по установке указателя шкалы приемника. Наибольшей громкости принимаемой радиостанции добиваются изменением емкости подстроечного конденсатора C_{22}. Если емкость конденсатора C_{22} мала (для максимальной громкости емкость конденсатора настройки надо увеличить), то параллельно ему подключают конденсатор емкостью 10—15 *пф*. Подобрав емкость конденсатора C_{22} до получения максимальной громкости, перестраивают приемник на конец диапазона и опять устанавливают стрелку на место приема радиостанции, по которой уже производилась настройка. Подстроив приемник с помощью сердечника катушки L_{13} на максимум сигнала, опять возвращаются к началу диапазона и регулируют емкость конденсатора C_{22}, пока принимаемые радиостанции не займут соответствующие им места на шкале приемника.

Установив границы диапазона, приступают к сопряжению, которое начинают с конца диапазона. Настроившись на радиостанцию (установив предварительно сердечник катушки L_{12} в среднее положение), в этом конце диапазона вращением сердечника катушки L_{12} добиваются максимальной громкости принимаемой радиостанции. Если даже при полностью введенном сердечнике четкого максимума

громкости не получается, то индуктивность катушки надо увеличить, домотав на нее 15—20% витков. Если максимальной громкости не получается при полностью выведенном сердечнике, то число витков катушки L_{12} надо уменьшить.

Затем приемник настраивают на радиостанцию в начале диапазона и подстройки производят путем изменения емкости конденсатора C_{15}. Повторные регулировки индуктивности катушки L_{12} и емкости конденсатора C_{15} производят до тех пор, пока изменение настройки в одном конце диапазона не перестанет влиять на громкость приема радиостанции в другом конце диапазона.

Аналогичным способом настраивают контуры и других диапазонов. При настройке КВ-диапазона следует учесть замечания о зеркальной настройке, изложенные на стр. 37.

Проверку сопряжения в приемнике можно произвести по способу, указанному на стр. 36.

Если в приемнике имеется фильтр-пробка на промежуточную частоту 450—465 *кгц*, то его настраивают так. Сначала принимают радиостанцию в начале длинноволнового диапазона и вращают сердечник фильтра-пробки до тех пор, пока громкость принимаемой станции не станет минимальной. Затем принимают радиостанцию в конце средневолнового диапазона и опять вращают сердечник катушки фильтра-пробки до получения минимальной громкости приема. При этом замечают, на сколько оборотов пришлось вращать сердечник, после этого сердечник нужно повернуть обратно на половинное число оборотов, потребовавшихся для перестройки с одной станции на другую. Это и будет соответствовать примерной настройке фильтра на промежуточную частоту.

После настройки и сопряжения контуров все сердечники катушек следует закрепить церезином или парафином.

Настройка супергетеродина с помощью вспомогательного приемника

Большую помощь в настройке приемника может оказать исправный супергетеродинный приемник, имеющий ту же промежуточную частоту, что и в настраиваемом приемнике. При этом желательно использовать заводской приемник с градуированной шкалой. Его используют как своеобразный сигнал-генератор для настройки усилителя промежуточной частоты и как волномер при укладке границ диапазонов. Сопряжение же гетеродинных и входных контуров производят по сигналам радиовещательных станций.

Достоинство этого способа состоит в том, что в заводском приемнике никаких изменений производить не нужно.

Для настройки усилителя промежуточной частоты заводский приемник настраивают на какую-либо хорошо слышимую станцию в диапазоне средних или длинных волн. Получающееся на выходе преобразователя модулированное напряжение промежуточной частоты используют в качестве напряжения для настройки контуров промежуточной частоты налаживаемого приемника. Для этого приемники располагают возможно ближе друг к другу, их шасси соединяют коротким проводником, а напряжение промежуточной частоты с заводского приемника снимают с контура усилителя промежуточной частоты нагруженного на детектор (к потенциальному концу контура подпаивают экранированный провод через конденсатор емкостью 15—30 *пф*).

Сначала напряжение промежуточной частоты с выхода работающего приемника подают на вход усилителя промежуточной частоты (к сетке лампы $Л_3$) и настраивается трансформатор $L_{28}C_{39}L_{29}C_{41}$ по методике, изложенной выше. После этого напряжение промежуточной частоты подают на сигнальную сетку преобразовательной лампы. Для того чтобы преобразовательный каскад и усилитель промежуточной частоты настраиваемого приемника не перегружались и настройка не притуплялась, напряжение на входе преобразователя должно быть значительно снижено. Проще всего это сделать включением между сигнальной сеткой преобразовательной лампы и землей сопротивления 0,5—2 *ком*.

Для уменьшения сигнала можно также уменьшить связь с антенной работающего приемника (в случае емкостной связи), подключив антенну через конденсатор емкостью 3—5 *пф*, или укоротить антенну, если применяется комнатная антенна.

После настройки усилителя промежуточной частоты переходят к укладке границ диапазонов приемника.

Начнем настройку с диапазона ДВ. Этот диапазон укладывается проще, чем диапазон СВ, так как весь диапазон частот, перекрываемых гетеродином настраиваемого приемника, может быть принят на средних волнах вспомогательным приемником.

Для того чтобы колебания гетеродина настраиваемого приемника можно было принять вспомогательным приемником, достаточно проводник длиной 1—2 *м*, включенный в гнездо «Антенна» вспомогательного приемника, поднести к блоку конденсаторов переменной емкости настраиваемого приемника. При совпадении частоты гетеродина настраиваемого приемника с частотой настройки вспомогательного приемника в громкоговорителе последнего появится характерный шум, уровень помех уменьшится, а индикатор настройки поможет определить момент точного совпадения частот. При этом частота гетеродина настраиваемого приемника отсчитывается на шкале вспомогательного приемника.

Переключатель диапазонов настраиваемого приемника устанавливают в положение «Длинные волны», а вспомогательного — «Средние волны». Вначале подвижные пластины блока конденсаторов переменной емкости настраиваемого приемника устанавливают в положение, при котором угол поворота подвижных пластин от положения минимальной емкости будет равен примерно 60°. Изменяя настройку вспомогательного приемника, находим частоту настраиваемого гетеродина. Затем указатель шкалы вспомогательного приемника устанавливают на отметку 750 *кгц* (400 *м*) и вращением подстроечного сердечника катушки L_{18} добиваются опять приема колебаний гетеродина (положение пластин конденсатора при этом не изменяют). Если частота, которую вначале генерировал гетеродин, выше 750 *кгц*, то индуктивность катушки L_{18} надо увеличить, а если ниже — уменьшить.

Закончив настройку на частоте 750 *кгц*, устанавливают ротор блока конденсаторов переменной емкости в положение максимальной емкости и производят подстройку контура гетеродина. Настройка контура ведется подбором емкости сопрягающего конденсатора C_{21}, а указатель шкалы вспомогательного приемника устанавливают на низшую частоту диапазона.

Настройка контура гетеродина на высшей частоте диапазона производится аналогичным способом. Регулировку контура гетеродина в трех точках следует повторять до тех пор, пока настройка контура на одной из частот сопряжения не перестанет вызывать расстройку его на других частотах.

Для настройки контура гетеродина средневолнового диапазона переключатели диапазонов обоих приемников устанавливают на СВ-диапазон. Связь настраиваемого гетеродина с вспомогательным приемником устанавливают такую же, как и при настройке на длинноволновом диапазоне.

В диапазоне средних волн на вспомогательный приемник можно будет принять только нижнюю (1 000 *кгц*) и среднюю (1 500 *кгц*) частоты точного сопряжения средневолнового диапазона. Предварительно настраивают контур гетеродина на эти две частоты. Для этого, установив в среднее положение ротор подстроечного конденсатора C_{24}, изменением индуктивности катушки L_{19} настраивают контур гетеродина на частоту 1 500 *кгц*.

Настройку на верхнюю частоту точного сопряжения можно проверить, не нарушая связи с настраиваемым гетеродином. Для этого к вспомогательному приемнику присоединяют комнатную антенну и настраивают его на какую-либо станцию, близкую к верхней частоте точного сопряжения. Если настраиваемый гетеродин установлен на верхнюю частоту точного сопряжения, то должны прослушиваться биения (свист) двух близких промежуточных частот, образованных сигналом принимаемой станции и гетеродинами вспомогательного и настраиваемого приемников. Если вспомогательный приемник имеет хорошую избирательность на частоте сигнала, то настраиваемый гетеродин при такой способе связи может не обнаруживаться. В этом случае можно слабо связать между собой оба гетеродина. Связь эта осуществляется таким же способом, каким она была выполнена между входом вспомогательного приемника и настраиваемым гетеродином.

На коротковолновом диапазоне верхняя частота точного сопряжения гетеродина тоже не укладывается в диапазон вспомогательного приемника. Обнаружить ее можно тем же способом, что и на средневолновом диапазоне.

На коротковолновом диапазоне при неизменной настройке вспомогательного приемника настраиваемый гетеродин будет обнаруживаться при двух положениях настройки. Правильному отсчету частоты по шкале вспомогательного приемника соответствует нижняя частота этих двух настроек.

Для определения верхней частоты сопряжения КВ-диапазона можно воспользоваться явлением двойной настройки. Для этого вспомогательный приемник следует настроить на частоту

$$f = f_1 - 2f_{\text{пром}} \approx 11 \ Мгц,$$

где f — частота настройки настраиваемого приемника;

f_1 — верхняя частота точного сопряжения настраиваемого гетеродина.

В этом случае двойной настройке вспомогательного приемника будет соответствовать частота 12 930 *кгц*. Таким образом, шкалу для отсчета частот по вспомогательному приемнику можно расширить на 2 $f_{\text{пром}}$, т. е. на 930 *кгц*.

Сопряжение входных контуров с гетеродином производится по сигналам радиовещательных станций. Рассмотрим, например, настройку длинноволнового диапазона.

Подключив к приемнику антенну и заземление, настраивают приемник на какую-либо станцию, частота которой близка к нижней частоте точного сопряжения данного диапазона, т. е. 160 *кгц*. Затем вращением сердечника катушки L_{12} входного контура добиваются наибольшего уровня сигнала на выходе приемника. Если же индуктивность катушки нельзя регулировать, то настройку контура проверяют при помощи индикаторной палочки и в зависимости от этого изменяют число витков катушки в ту или иную сторону. Затем, перестроив приемник на станцию, работающую на частоте, близкой к верхней частоте точного сопряжения, добиваются максимума уровня сигнала на выходе приемника, подстраивая входной контур подстроечным конденсатором C_{15}. Если при этом емкость последнего значительно изменилась, то снова уточняют настройку на нижней частоте диапазона изменением индуктивности катушки L_{12}. Получив точное сопряжение на крайних частотах, проверяют сопряжение на средней частоте и общий ход кривой сопряжения по диапазону.

Если приемник имеет каскад усиления высокой частоты и станции удается обнаружить в нужных участках диапазонов, то входной и анодный контуры усилителя высокой частоты можно настраивать одновременно. Если же контуры сильно расстроены, то сначала настраивают входной контур, подключив его к сигнальной сетке лампы смесителя, затем восстанавливают схему и подстраивают анодный контур усилителя под входной контур.

Налаживание ЧМ-тракта

В комбинированных приемниках амплитудной и частотной модуляции детекторный каскад выполняется так, что путем простых переключений он может служить детектором либо амплитудной, либо частотной модуляции. Для усиления промежуточных частот сигналов с амплитудной и частотной модуляцией используются одни и те же лампы, причем фильтры разных промежуточных частот включаются последовательно. Благодаря резкому различию их настроек при работе с той или иной промежуточной частотой работает лишь соответствующий фильтр, тогда как другой оказывается сильно расстроенным и практически не влияет на работу схемы.

Входная цепь, усилитель высокой частоты и преобразователь частоты для приема сигналов УКВ-диапазона с частотной модуляцией выполняются в виде отдельного УКВ-блока. Общие правила и последовательность настройки ЧМ-тракта приемника не отличаются от АМ-тракта, однако имеются характерные особенности, без знания которых трудно хорошо наладить приемник.

Настройку ЧМ-тракта можно производить различными способами. Ниже описывается процесс регулировки высокочастотной части приемника (предполагается, что низкочастотный тракт уже налажен) с помощью сигнал-генератора с амплитудной модуляцией.

Для настройки усилителя промежуточной частоты ЧМ-тракта можно использовать сигнал-генератор ГСС-6, а для настройки контуров преобразователя — сигнал генератор СГ-1. В качестве индикатора желательно иметь ламповый вольтметр постоянного тока с нулем посередине шкалы; вместо него можно применить микроамперметр чувствительностью 50—200 *мка* (также с нулем посередине шкалы), подобрав к нему добавочные сопротивления такой величины, чтобы полное отклонение стрелки получилось при напряжениях 0,5; 5 и 10 *в*.

Настройка частотного детектора

В радиовещательных приемниках в настоящее время наиболее часто применяется детектор отношений, который выполняется как по симметричной, так и несимметричной схемам.

Для настройки детектора отношений на управляющую сетку последней лампы усилителя промежуточной частоты через конден-

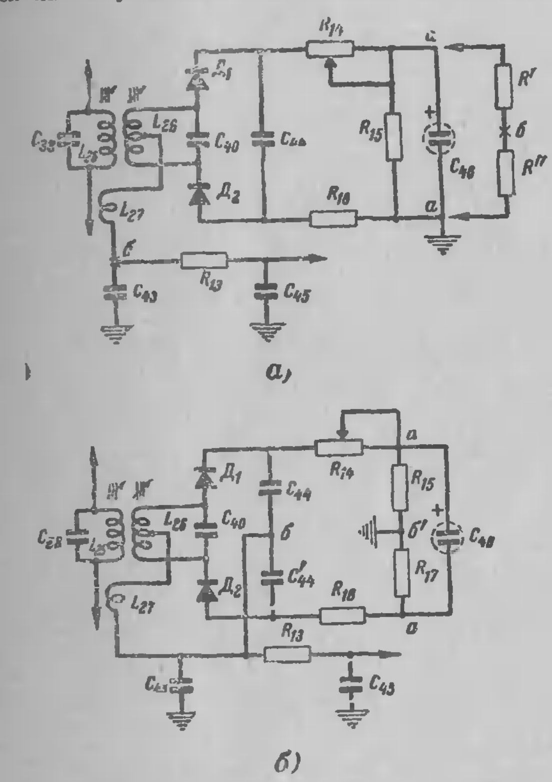


Рис. 18 Схема детектора отношений

сатор емкостью 100—300 *пф* подключают сигнал-генератор. Частота сигнал-генератора устанавливается равной 8,4 *Мгц*, а выходное напряжение таким, чтобы напряжение на выходе детектора было равно 0,5—1 *в*. Вольтметр постоянного тока при этом подключают к точкам *а—а* для обеих схем детектора отношений.

Перед настройкой трансформатора детектора отношений следует расстроить его вторичный контур ($L_2 C_{40}$ для обеих схем на рис. 18), вывинтив подстроечный сердечник из катушки L_{2};. Затем с помощью подстроечного сердечника настраивают контур $L_{25}C_{38}$

точно на частоту 8,4 *Мгц* по максимуму отклонения стрелки вольтметра. Вращать подстроечный сердечник надо медленно, так как из-за большой инерционности цепи нагрузки детектора трудно определить положение сердечника при резонансе. На этом предварительную настройку детектора заканчивают, окончательную настройку его производят после налаживания усилителя промежуточной частоты.

Налаживание усилителя промежуточной частоты

Качество настройки усилителя промежуточной частоты ЧМ-тракта в большей степени влияет на параметры приемника, чем АМ-тракта. Кроме таких параметров, как чувствительность, избирательность и полоса пропускания, от точности настройки усилителя промежуточной частоты ЧМ-тракта зависят и нелинейные искажения всего приемника. Методика настройки контуров усилителей промежуточной частоты ЧМ- и АМ-трактов имеет много общего и не представляет особых трудностей, если имеется измерительная аппаратура.

Настройка может производиться при помощи ЧМ-генератора по максимуму сигнала на выходе приемника. Однако в любительских условиях более доступна настройка с помощью сигнал-генератора ГСС-6 (без частотной модуляции). В качестве индикатора можно применить тот же вольтметр постоянного тока, что и при настройке детектора. Вольтметр подключают так же, как и при настройке контура $L_{25}C_{38}$.

Сигнал-генератор через конденсатор емкостью 100—300 *пф* подключают к сетке последней лампы усилителя промежуточной частоты. Выходное напряжение сигнал-генератора устанавливают равным 50—100 *мв* и производят подстройку контура $L_{25}C_{38}$ по максимальному показанию вольтметра.

После этого сигнал-генератор присоединяют к управляющей сетке преобразовательной лампы и производят аналогичную настройку фильтра $L_{22}C_{32}L_{24}C_{34}$ (рис 3). Для большей точности настройку повторяют 2—3 раза. Такой способ настройки пригоден для одиночных контуров и полосовых фильтров при связи меньшей или равной критической.

Если по каким-либо соображениям в усилителе промежуточной частоты связь между контурами фильтра выше критической, настройка ведется несколько отличным способом. Сначала шунтируют один из связанных контуров фильтра сопротивлением 2—3 *ком* и настраивают другой контур по максимуму, как и в предыдущем случае. Вместо шунтирующего сопротивления параллельно контуру можно подключать конденсатор емкостью 150—250 *пф*. Таким же способом настраивают другой контур фильтра.

После настройки всех контуров определяют полосу пропускания всего усилителя промежуточной частоты, которая должна быть не менее 200 *кгц* (на уровне 0,5). При более узкой полосе пропускания ее следует расширить путем шунтирования одного или двух (в зависимости от ширины полосы) контуров сопротивлениями по 10—25 *ком*.

Последний этап налаживания тракта промежуточной частоты состоит в симметрировании детектора отношений. Для этого вольтметр подключают к точкам *б—б* (рис. 18,*а*) или точкам *б'—б'* (рис. 18,*б*). В первой схеме сопротивления *R'—R''* припаивают только для настройки контура $L_{26}C_{40}$. Величины этих сопротивлений лежат в пределах 51—100 *ком* и должны быть совершенно одинаковые. Сигнал-генератор, частота которого устанавливается равной 8,4 *Мгц*, а выходное напряжение 50—100 *мкв*, подключают на вход последней лампы усилителя промежуточной частоты. Вращением подстроечного сердечника катушки L_{23} добиваются, чтобы стрелка

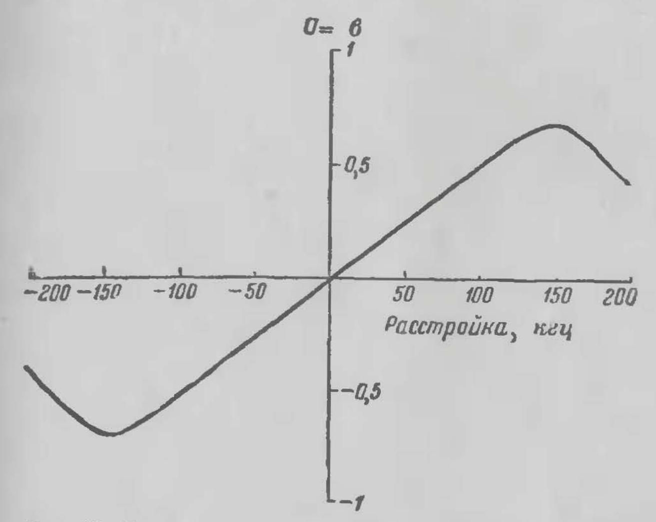


Рис. 19. Статическая характеристика детектора отношений.

вольтметра стала на нуль шкалы. Для большей точности настройки вольтметр следует переключить на самый нижний предел.

После настройки детектора нужно снять его статическую характеристику. Для этого, не изменяя точек подключения сигнал-генератора и вольтметра, изменяют частоту сигнал-генератора относительно частоты 8,4 *Мгц* в пределах ±100—125 *кгц* и записывают показания вольтметра через каждые 15—20 *кгц*. Если налаживание детектора производится с вольтметром, имеющим шкалу с нулем посередине, то вольтметр все время остается подключенным к точкам *б—б* (или *б'—б'*, в зависимости от схемы детектора).

При использовании вольтметра с нулем на краю шкалы при уменьшении частоты сигнал-генератора относительно 8,4 *Мгц* вольтметр следует переключить.

По полученным данным строят статическую характеристику детектора отношений, примерный вид которой должен соответствовать характеристике, приведенной на рис. 19. Детектор отношений можно считать хорошо настроенным, если статическая характеристика его имеет симметричный вид, прямолинейный участок характеристики не менее 150—200 *кгц* и при расстройке на ±100 *кгц* постоянное напряжение на выходе детектора не менее 0,5 *в*.

Неправильная форма статической характеристики детектора получается в большинстве случаев вследствие несимметрии вторичного контура по отношению к средней точке катушки L_{26}.

Если прямолинейный участок детекторной характеристики менее 150 *кгц*, то надо уменьшить связь между катушками L_{25} и L_{26}, увеличив расстояние между ними, и наоборот. Линейность детекторной характеристики и симметричность ее достигается регулировкой сопротивления R_{14}. Если же устранить асимметрию характеристики не удается, то следует проверить, равны ли между собой напряжения на обеих половинах катушки L_{26}. Для этого ламповым вольтметром переменного тока с большим входным сопротивлением (например, ВКС-7Б) измеряют напряжения между средней точкой катушки L_2 и ее концами, при этом катушку L_{27} следует временно отключить. В случае значительного различия напряжений на половинах катушки L_{26} их следует уравнять, уменьшив количество витков той половины катушки, напряжение на которой будет больше.

Если частотная характеристика детектора оказывается линейной в интервале более чем ±150 *кгц*, то коэффициент передачи детектора отношений падает и ухудшается подавление паразитной амплитудной модуляции. В этом случае необходимо правильно выбрать величину связи между контурами $L_{25}C_{38}$ и $L_{26}C_{40}$, которая должна быть равна половине критической, т. е. напряжение, наводимое на катушке связи L_{27}, должно быть в 1,4—1,7 раза меньше половины напряжения, выделяемого на контуре $L_2 C_{40}$.

Для правильного выбора величины связи нужно через конденсатор емкостью 2—3 *пф* подключить ламповый вольтметр параллельно контуру $L_{25}C_{38}$ и настроить его. При этом контур $L_{26}C_{40}$ нужно расстроить, подключив параллельно ему конденсатор емкостью 50—100 *пф*. Заметив показания вольтметра и поддерживая уровень входного сигнала постоянным, настраивают контур $L_{26}C_{40}$ в резонанс по наибольшему показанию вольтметра, отключив временно подключенный параллельно ему конденсатор. При правильном коэффициенте связи между контурами детектора показание вольтметра должно уменьшиться на 25%. Если оно уменьшится более чем на 25%, то это покажет, что связь между катушками L_{25} и L_{26} велика и расстояние между ними следует несколько увеличить, если показание вольтметра изменится меньше чем на 25%, то это будет означать, что связь между катушками мала и расстояние между ними надо уменьшить.

Окончательный этап налаживания детектора отношений заключается в регулировке подавления детектором паразитной амплитудной модуляции. Для этого сигнал-генератор по-прежнему остается подключенным к управляющей сетке последней лампы усилителя промежуточной частоты, напряжение на выходе сигнал-генератора должно быть около 100 *мв* (частота модуляции 1 000 *гц*, глубина 30%). Регулятор громкости приемника устанавливают на максимум и регулировкой сопротивления R_{14} добиваются минимальной громкости этого сигнала. Регулировка производится как на промежуточной частоте (8,4 *Мгц*), так и при расстройке на ±50 *кгц*. Если минимумы сигнала получаются при различных значениях сопротивления R_{14}, то добиваться минимума следует при расстройке, а не на промежуточной частоте.

Настройка УКВ-блока

Блок УКВ, принципиальная схема которого показана на рис 21, применяется (иногда с непринципиальными отличиями) во всех приемниках второго класса и в большинстве любительских приемников.

Для регулировки блока вначале желательно отключить тракт промежуточной частоты от УКВ-блока, для чего из приемника вынимают преобразовательную лампу АМ-канала (лампа $Л_2$ на рис. 2). Переключатель диапазонов устанавливают на УКВ-диапазон.

Прежде всего следует убедиться в нормальной работе гетеродина, что удобнее всего сделать с помощью резонансного волномера или гетеродинного индикатора резонанса (ГИР).

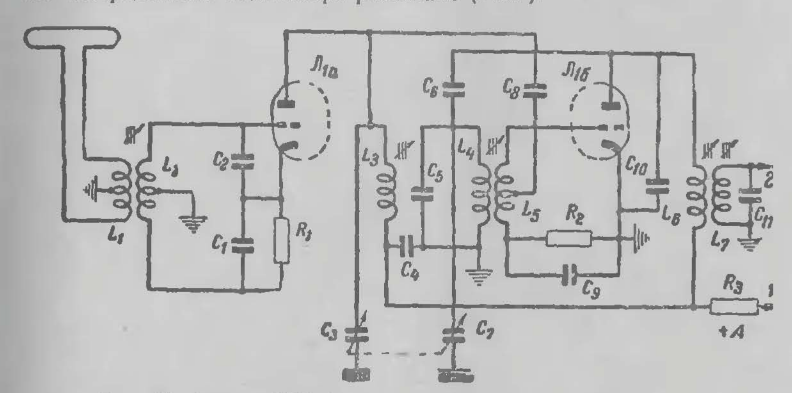


Рис. 20. Схема УКВ-блока с емкостной настройкой.

Для этого ГИР устанавливают в режим срыва колебаний, что характеризуется пропаданием сеточного тока. Катушку ГИР диапазона 50—100 *Мгц* подносят к УКВ-блоку. Момент совпадения резонансной частоты ГИР с частотой гетеродина будет отмечен появлением сеточного тока. Связь между катушкой ГИР и гетеродином следует выбирать такой, чтобы наибольшее отклонение стрелки индикатора ГИР не превышало половины шкалы.

При проверке гетеродина может быть обнаружено самовозбуждение по высокой или промежуточной частоте или релаксационные колебания. Кроме этого, возможен срыв колебаний гетеродина на части или на всем диапазоне. Все эти колебания, а также срыв колебаний гетеродина легко обнаруживаются при помощи ГИР или волномера.

При отсутствии ГИР и волномера убедиться в нормальной работе гетеродина можно с помощью миллиамперметра со шкалой на 15—25 *ма*, который включают в разрыв анодной цепи лампы $Л_{1б}$ (рис. 20). Миллиамперметр необходимо зашунтировать конденсатором емкостью 0,01—0,1 *мкф*.

Если при замыкании накоротко катушки гетеродина L_6 показания миллиамперметра резко увеличатся (на 5—10 *ма*), то гетеродин работает нормально. При отсутствии генерации показания миллиамперметра не изменяются совсем, а при малой амплитуде колебаний

гетеродина показания изменятся незначительно (на 3—5 *ма*). Срыв колебаний в какой-либо точке диапазона гетеродина сразу заметен по увеличению анодного тока.

В качестве индикатора работы гетеродина можно использовать ламповый вольтметр постоянного или переменного тока (до 100 *Мгц*). Вольтметр подключают параллельно сопротивлению утечки гетеродина R_2 (рис. 20). При наличии генерации показания вольтметра постоянного тока должны быть в пределах 2—5 *в*, а показания вольтметра переменного тока 1,5÷4,5 *в*. Повышенные показания вольтметра указывают на присутствие в гетеродине релаксационных колебаний, устранить которые можно уменьшением сопротивления R_2 или емкости конденсатора C_9. В последнем случае емкость конденсатора C_{16} следует увеличить на величину уменьшения емкости конденсатора C_9.

Для устранения самовозбуждения блока на высокой частоте параллельно анодному контуру усилителя высокой частоты подключают ламповый высокочастотный вольтметр и регулировкой величины емкости конденсатора C_9 добиваются минимального показания лампового вольтметра. Этот минимум не должен превышать 0,2 *в*.

Далее можно приступить к настройке фильтра промежуточной частоты ($L_6C_{10}C_6L_7C_{11}$). Параллельно контуру фильтра L_7C_{11} подключают ламповый вольтметр переменного тока, а к аноду триода лампы $Л_{16}$ через конденсатор емкостью 1—2 *пф* подводят от высокочастотного генератора, настроенного на частоту 8,4 *Мгц*, напряжение 1 *в*. Сначала настройку фильтра производят при выключенном питании приставки. Вращением сердечников катушек L_6 и L_7 нужно добиться максимального показания (0,6—0,8 *в*) лампового вольтметра. Затем включают питание и замечают показание лампового вольтметра; оно должно быть на 10—15% меньше предыдущего. Если вольтметр покажет напряжение меньше указанного предела, то следует подобрать связь между катушками L_8 и L_7. Если же напряжение окажется значительно больше 0,8 *в*, то это означает, что при настройке контуров произошло самовозбуждение преобразователя на промежуточной частоте. Для его устранения следует увеличивать емкость конденсатора C_4 до тех пор, пока не будет устранено самовозбуждение (величина емкости конденсатора C_4 обычно лежит в пределах от 700 до 1 000 *пф*).

Далее можно приступить к подгонке границ диапазонов. Для этого УКВ блок подключают на вход лампы 6И1П, а настройку производят по максимуму отклонения стрелки вольтметра, подключенного к точкам *б—б* детектора отношений (см. рис. 18).

Если приемник рассчитан на работу с антенной, имеющей волновое сопротивление 75 *ом* (что встречается лишь в любительских приемниках), то выходной кабель сигнал-генератора подключают непосредственно к гнездам «УКВ-антенна». Если же входное сопротивление приемника равно 300 *ом*, то сигнал-генератор подключают к приемнику через согласующее устройство, принципиальная схема которого показана на рис. 21. Для того чтобы градуировка аттенюатора сигнал-генератора не нарушилась, имеющееся на конце его кабеля сопротивление 75 *ом* надо отключить (у генераторов ГСС-17, ГСС-7). Кроме этого следует помнить, что напряжение на входе приемника при использовании согласующего устройства будет в 2 раза меньше, чем показания аттенюатора сигнал-генератора. При отсутствии сопротивления на конце кабеля (например, у СГ-1) показания аттенюатора сигнал-генератора надо еще делить на два.

Частоту сигнал-генератора устанавливают равной 73 *Мгц*, а уровень его выходного напряжения поддерживают постоянным в пределах 30—40 *мкв*. Конденсатор переменной емкости устанавливают на минимальную емкость и производят настройку подбором емкости конденсатора C_5. Если контур не настраивается на эту частоту, то следует несколько раздвинуть или сблизить витки катушки L_4 и произвести настройку заново. Затем блок конденсаторов переменной емкости устанавливают в положение максимальной емкости и проверяют нижнюю границу диапазона. При выбранной емкости блока конденсаторов переменной емкости она должна лежать в пределах 64,5—65,5 *Мгц*.

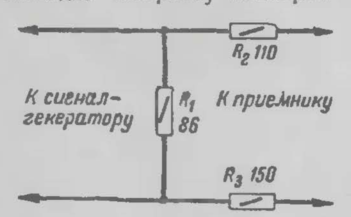


Рис 21. Схема согласующего устройства для подключения сигнал-генератора с выходным сопротивлением 75 *ом* к приемнику с входным сопротивлением 300 *ом*.

После укладки диапазона можно приступить к настройке анодного контура и сопряжению его с контуром гетеродина. Для этого частоту УКВ-генератора устанавливают равной 64,5 *Мгц* (пластины блока введены) и настраивают контур с помощью подстроечного сердечника катушки L_3. Затем частоту УКВ-генератора устанавливают равной 73 *Мгц* и путем подгибания пластин конденсатора C_3 производят настройку контура (пластины блока выведены).

Входной контур лучше всего настраивать после укладки диапазона, подобрав индуктивность катушки входного контура L_2 с помощью подстроечного сердечника на средней частоте диапазона (70 *Мгц*).

Заключительный этап налаживания УКВ-тракта заключается в подстройке фильтра промежуточной частоты УКВ-блока, расстройка которого происходит вследствие подключения лампового вольтметра параллельно контуру.

Для этого к аноду триода лампы $Л_{16}$ через конденсатор емкостью 1—2 *пф* от сигнал-генератора подают напряжение промежуточной частоты (8,4 *Мгц*), а ламповый вольтметр постоянного тока подключают к точкам *б—б* детектора отношений (рис. 18). Настройка контура ведется по максимуму выходного сигнала.

Особенности налаживания некоторых элементов ЧМ-тракта

Частотный детектор. При использовании в качестве частотного детектора дискриминатора (рис. 22) к сопротивлению R_4 или R_5 подключают вольтметр постоянного тока, затем настраивают контур L_2C_4 по максимуму показаний вольтметра. Напряжение промежуточной частоты, которое подается от сигнал-генератора на сетку последней лампы УПЧ, устанавливают не более 1—2 *в*.

Для настройки контура L_3C_6 вольтметр подключают к точкам *а—а* дискриминатора и регулировкой сердечника катушки L_3 добиваются минимальных показаний вольтметра. Вольтметр при этом

включают на наиболее чувствительный предел. Изменения частоты входного сигнала в обе стороны от 8,4 *Мгц* должно приводить к увеличению постоянных напряжений противоположных знаков между этими точками дискриминатора. Для настройки контуров усилителя промежуточной частоты и регулировки УКВ-блока индикатором настройки может быть вольтметр, подключенный к сопротивлению R_1 в цепи управляющей сетки последней лампы УПЧ. Настройка ведется по максимуму показаний вольтметра.

УКВ-блок. В некоторых приемниках в УКВ-блоке применяется индуктивная, а не емкостная настройка. В любительских приемниках настраиваются, как и при настройке конденсатором приемной емкости, контур гетеродина и анодный контур усилителя высокой

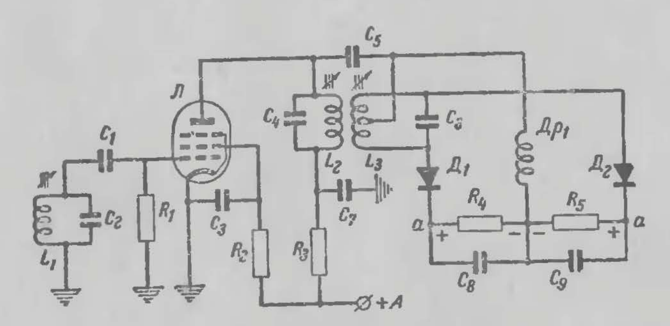


Рис. 22. Схема дискриминатора.

частоты. В промышленных приемниках кроме этого настраивается и входной контур УКВ-блока. Одна из возможных схем УКВ-блока с индуктивной настройкой показана на рис. 23.

Самовозбуждение блока на высокой частоте устраняется изменением емкости конденсатора C_7 по минимуму напряжения гетеродина в точках *а—б* схемы. Напряжение между этими точками не должно превышать 0,1—0,2 *в* в любой точке диапазона частот гетеродина, а балансировку надо производить при среднем положении агрегата настройки.

Настройка контура промежуточной частоты в аноде лампы $Л_{1б}$ производится так же, как и в схеме с блоком конденсаторов переменной емкости.

Укладка диапазона гетеродина и сопряжение контуров в блоке с индуктивной настройкой отличаются от рассмотренных ранее тем, что настройка контуров на низшей частоте диапазона производится изменением не индуктивности контуров, а емкости. Подвижные сердечники катушек контуров должны находиться в положении максимальной индуктивности. В конце диапазона при выведенных сердечниках катушек укладку и сопряжение контуров производят небольшим смещением каркаса катушки (или сердечника, если нет возможности перемещать каркас) вдоль оси. Настройка на крайних частотах повторяется 2—3 раза для получения наибольшего усиления.

В УКВ-блоках с ненастраиваемым входным контуром настройка последнего производится на частоте 70 *Мгц* сердечником катушки при среднем положении конденсатора C_1.

Настройка ЧМ-тракта по сигналам радиостанций

Настроить ЧМ-тракт приемника без сигнал-генератора можно лишь при достаточно высокой напряженности поля радиостанции в месте приема.

Сначала надо убедиться в работе гетеродина с помощью одного из способов, описанных на стр. 47. Признаком работы гетеродина

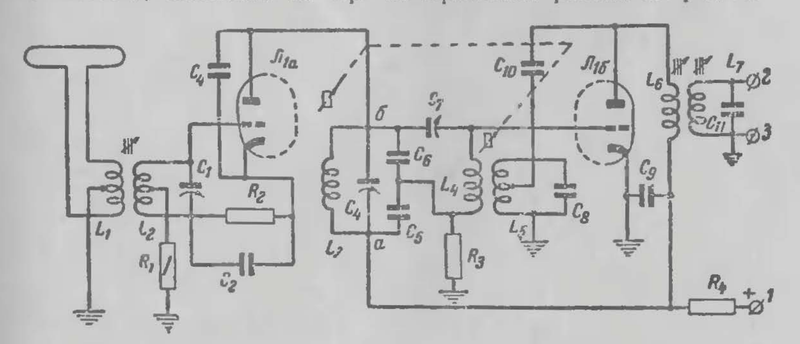


Рис. 23. Схема УКВ-блока с индуктивной настройкой.

может служить своеобразный шум в громкоговорителе, интенсивность которого слегка меняется при изменении настройки. Если к сетке лампы работающего гетеродина прикоснуться пальцем, то должен прослушиваться громкий щелчок, а уровень шума на несколько секунд уменьшится. Перед налаживанием приемника подстроечные сердечники всех контуров усилителя промежуточной частоты, в том числе и на выходе УКВ-блока, нужно установить в среднее положение.

После этого к приемнику подключают телевизионную антенну, рассчитанную на работу в I—III телевизионных каналах. Установив регулятор громкости приемника в положение максимального усиления, а регулятор тембра в положение максимального подъема высших частот и медленно вращая ручку настройки приемника, пробуют принять сигналы местной УКВ ЧМ-радиостанции.

Приняв сигналы радиостанции, настраивают усилитель промежуточной частоты и добиваются наибольшей громкости вращением подстроечных сердечников в контурах промежуточной частоты, за исключением вторичного контура L_2C_{40} (рис. 2) частотного детектора (для всех схем детектора).

Если после настройки усилителя промежуточной частоты сигнал на выходе получился достаточным для нормальной работы, то можно настроить и этот контур. Вращением сердечника катушки L_{23} добиваются минимума нелинейных искажений при приеме радиостанции или отсутствия шума на выходе приемника в паузах между передачами (при включенной несущей частоте передатчика).

Если после настройки усилителя промежуточной частоты громкость сигналов принимаемой станции недостаточна, то регулировку контура $L_2 C_{40}$ частотного детектора производят после сопряжения контуров в УКВ-блоке.

Дальнейшая регулировка приемника зависит от количества местных радиостанций, работающих на УКВ ЧМ-диапазоне. Если такая станция одна, то достаточно подстроить контуры усилителя высокой частоты УКВ-блока до получения максимальной громкости. При большем числе радиостанций необходимо вначале произвести укладку диапазона гетеродина, а затем произвести сопряжение.

Для укладки контура гетеродина необходимо знать частоту принятой радиостанции. После этого, предполагая, что шкала приемника равномерная по частоте, установить механизм настройки в положение, при котором указатель настройки должен находиться в положении, примерно соответствующем частоте принимаемой радиостанции. После этого изменением одного из элементов настройки (в зависимости от схемы настройки) настраиваются опять на эту радиостанцию и подстраивают контуры (или контур) усилителя высокой частоты по максимуму сигнала на выходе приемника. Изменяя настройку приемника, следует попробовать принять и другие радиостанции.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

НАЛАЖИВАНИЕ ТРАНЗИСТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

Из большого числа схем радиолюбительских приемников на транзисторах наиболее типичными следует считать приемники прямого усиления на четырех транзисторах и супергетеродинные на шести транзисторах.

Учитывая массовый характер увлечения радиолюбителями постройкой транзисторных (в большинстве случаев карманных) приемников, ниже будет разобрана методика налаживания приемников прямого усиления только при помощи авометров ТТ-1, Ц-20 или АВО-5М.

Требования к источникам питания. Питать приемники следует от источников тока с малым внутренним сопротивлением. Желательно применять свежие батареи для карманного фонаря или элементы стаканчикового типа. Перед налаживанием приемника нужно убедиться, что батареи дают необходимое для него напряжение под нагрузкой.

Испытание транзисторов

Перед установкой транзисторов следует убедиться в их исправности. Необходимость проверки параметров каждого транзистора вытекает из того, что они имеют разброс параметров.

Наиболее важными параметрами транзистора, которые достаточно хорошо позволяют судить о возможностях использования его в радиолюбительских схемах, являются обратный ток коллектора $I_{к.о}$ и коэффициент усиления по постоянному току в схеме с общей базой α Так как точное измерение α простыми средствами довольно затруднительно, обычно производится измерение коэффициента усиления по постоянному току в схеме с общим эмиттером β. При этом α и β связаны между собой следующей зависимостью:

$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}; \quad \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}.$$

Переключатель рода работ авометра устанавливают в положение Ω, а переключатель пределов измерений переводят в положение, соответствующее максимальным значениям измеряемого сопротивления (положение × 1 000 для авометров ТТ-1 и Ц-20) Щупы авометра подключают к эмиттеру и коллектору испытуемого транзистора, причем щуп с обозначением «Общий» необходимо подключить обязательно к эмиттеру; вывод базы остается свободным (рис. 24). Ни в коем случае нельзя изменять полярность подключения авометра, так как это может вывести транзистор из строя. Для транзисторов типа *n-p-n* полярность подключения щупов омметра должна быть обратной.

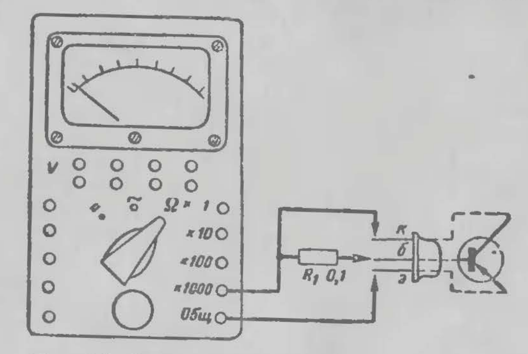


Рис. 24. Схема проверки тразисторов с помощью авометра.

При таком включении производят измерение сопротивления коллекторного перехода, что позволяет судить о величине сквозного тока коллектора, а также отобрать транзисторы с пробитым коллекторным переходом. Если транзистор исправен, то прибор должен показывать сопротивление не менее 50 *ком*.

Чтобы судить об усилительных свойствах транзистора, между выводами коллектора и базы включают сопротивление 100 *ком*. Транзистор можно считать исправным, если при подключении сопротивления авометр покажет сопротивление 5—10 *ком*. Чем меньшее сопротивление покажет прибор, тем больше усиление транзистора. При неисправном транзисторе показания авометра остаются прежними или изменяются незначительно.

При включении шумящих транзисторов стрелка авометра не стоит на месте после подключения, а самопроизвольно перемещается по шкале, как правило, в сторону меньших значений сопротивлений. Такой транзистор может оказаться причиной не только значительных шумов, но и нестабильной работы приемника.

Прибор для проверки транзисторов. Прибор позволяет производить измерение величины сквозного тока коллектора $I_{к.о}$ (при разомкнутой базе) и коэффициента усиления β. Схема прибора приведена на рис. 25. При этом в качестве измерителя можно использовать миллиамперметр со шкалой 5—10 *ма* либо авометр, включенный как миллиамперметр.

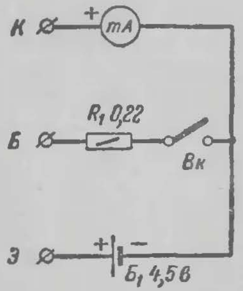


Рис. 25. Схема прибора для проверки транзисторов.

Измерение $I_{к.о}$. При разомкнутом выключателе *Вк* через миллиамперметр будет протекать только сквозной ток коллектора. В хороших транзисторах величина его не должна превышать 0,1—0,15 *ма*. Транзисторы с большим током применять не следует, так как это может оказаться причиной нестабильной работы приемника.

Измерение β. Для измерения β следует замыкать выключатель *Вк*. При этом транзистор включается по схеме усилителя постоянного тока с общим эмиттером. В цепи базы от батареи *Б* протекает ток $I_б$, величина которого постоянна для всех транзисторов и зависит лишь от напряжения батареи и величины сопротивления R_1. При указанных на схеме величинах ток базы должен быть равен 20 *мка*.

Протекание тока в цепи база — эмиттер вызывает появление в цепи коллектора тока $I_к \approx I_б$ β, где β — коэффициент усиления по току испытуемого транзистора.

Ток коллектора $I_к$ измеряется миллиамперметром. Тогда

$$\beta \approx \frac{I_к}{I_б}.$$

Поскольку ток базы постоянен, то показания миллиамперметра прямо пропорциональны величине β. Поэтому шкала миллиамперметра градуируется непосредственно в значениях β. Полному отклонению стрелки миллиамперметра (5 *ма*) соответствует β=250.

Практически значения β не превышают 150—200, так что описанным прибором можно измерять все транзисторы.

Проверка режимов транзисторов

В отличие от радиоламп режимы транзисторов по постоянному току, а следовательно, и работа каскадов с транзисторами определяются не напряжениями на электродах, а токами базы и коллектора. Ток базы однозначно определяет величину тока коллектора, поэтому в описаниях транзисторных приемников вместо карты напряжений указывают величины токов коллектора каскадов.

Для измерения коллекторных токов схем с транзисторами наиболее желателен миллиамперметр ПМ-70 с двумя пределами — до 5—7,5 *ма* и до 25—50 *ма*. Авометры ТТ-1, Ц-20 и др. при работе их в качестве миллиамперметров имеют гораздо большее внутреннее сопротивление, поэтому падение напряжения на них при полном отклонении стрелки составляет 0,8—1,2 *в*. При измерении режимов этими авометрами пределы измерения следует подбирать такими, чтобы стрелка не отклонялась более чем до середины шкалы, особенно при измерении токов в каскадах с активной нагрузкой и малых значениях напряжения источника питания (3—4,5 *в*). Некоторое снижение точности измерения при этом несущественно.

Для того чтобы не вывести из строя транзисторы, перед налаживанием приемника следует тщательно проверить правильность соединения всех элементов схемы, обращая особое внимание на правильность подключения выводов транзисторов и полярность электролитических конденсаторов. Для ускорения налаживания транзисторы следует подпаивать на свои места только по мере налаживания каскадов приемника. Последовательно настройки транзисторных приемников остается такой же, что и для ламповых.

Налаживание приемника прямого усиления

Налаживание приемника начинают с проверки и подгонки режимов по постоянному току. Для схемы, приведенной на рис. 26, сопротивление R_7 подбирают таким, чтобы коллекторный ток транзистора T_4 был равен 10—15 *ма*. В предоконечном каскаде усилителя низкой частоты режим транзистора T_3 устанавливают подбором сопротивления R_4 так, чтобы ток коллектора был равен 1—1,5 *ма*.

Двухкаскадный усилитель низкой частоты всегда работает устойчиво, и самовозбуждение в нем может возникнуть лишь при подключении высокочастотной части приемника. При трех каскадах в усилителе низкой частоты может возникнуть самовозбуждение, наиболее вероятная причина которого — паразитная связь через общий источник питания. Для устранения этой связи можно зашунтировать источник питания электролитическим конденсатором емкостью 100—500 *мкф* или, что дает лучшие результаты, включить в цепь питания первого каскада усилителя *RC*-фильтр, состоящий из сопротивления величиной 0,5—1,5 *ком* и конденсатора емкостью 2—10 *мкф*.

Самовозбуждение усилителя на высших звуковых частотах обычно удается устранить введением конденсаторов C_7 или C_8 емкостью 0,001—0,01 и 0,15—0,25 *мкф* соответственно.

В многокаскадных усилителях довольно часто возникает прерывистая генерация, которая прослушивается в громкоговорителе в виде своеобразных щелчков (капанье), частота следования которых лежит в пределах от долей герца до десятков герц. Бороться с прерывистой генерацией можно, ухудшая частотную характеристику усилителя на низших частотах полосы пропускания. Обычно это достигается уменьшением емкостей переходных конденсаторов C_5 и C_6, а также увеличением коллекторного тока транзистора предоконечного каскада до 2—3 *ма*. Совершенно необходимо также введение в цепь питания транзистора первого каскада усилителя *RC*-фильтра, о котором говорилось выше.

Устранив самовозбуждение, переходят к проверке работы усилителя. Перед этим весьма желательно проверить работу громкоговорителя. Для проверки усилителя можно использовать звукосниматель, трансляционную сеть или приемник. Схемы подключения их показаны на рис. 27. При использовании сигнала от работающего приемника в последнем вынимают оконечную лампу усилителя низкой частоты и с гнезда панельки, соответствующего управляющей сетке вынутой лампы, снимают напряжение низкой частоты. Прием-

ник предварительно настраивают на хорошо слышимую радиостанцию в диапазоне средних или длинных волн.

Проверку усилителя производят совместно с громкоговорителем, с которым в дальнейшем будет работать приемник. Проверка усилителя сводится в основном к проверке его чувствительности и качества звучания.

Рис. 26. Принципиальная схема транзисторного приемника прямого усиления.

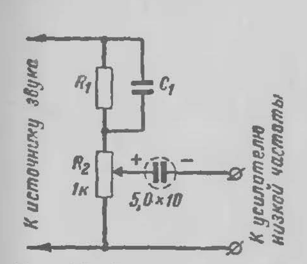
При использовании в усилителе транзисторов с β не менее 30—40 чувствительность усилителя должна быть такой, чтобы максимально возможная громкость на выходе усилителя получалась примерно при среднем положении регулятора громкости. Для трехкаскадных усилителей чувствительность должна быть в 10—15 раз выше, чем для двухкаскадных. Корректировка частотной характеристики для улучшения качества звучания производится лишь в области частот 3—5 *кгц* подбором емкости конденсатора C_8.

Затем приступают к налаживанию усилителя высокой частоты приемника. Для этого вход усилителя низкой частоты присоединяют к нагрузке детектора и проверяют отсутствие в приемнике самовозбуждения. Самовозбуждение может возникнуть как на низких, так и на высоких частотах. В последнем случае в громкоговорителе прослушивается сильное шипение. Наиболее вероятным источником самовозбуждения может быть неудачное расположение по отношению к ферритовой антенне трансформаторов Tp_1 и Tp_2, громкоговорителя или источника питания. В этом случае изменение положения этих деталей приводит к срыву самовозбуждения.

Иногда для устранения генерации достаточно поменять местами концы любой из обмоток у трансформаторов или шунтировать их первичные обмотки сопротивлениями величиной 5—15 *ком.*

Самовозбуждение может возникнуть из-за неудачного места заземления блокировочных конденсаторов C_3, C_4 и C_8; подключения проводника, идущего от минуса источника питания к точке, близко расположенной к высокочастотным каскадам; отсутствия заземления или неудачного выбора точки заземления диффузородержателя громкоговорителя, или плохой фильтрации высокочастотного напряжения на выходе детектора. В последнем случае самовозбуждение появляется только при настройке на радиостанцию. Перечисленные причины самовозбуждения указывают сами на способы его устранения.

После устранения самовозбуждения следует настроить приемник на какую-либо радиостанцию. Если же радиостанцию принять не удастся, то к антенному контуру нужно присоединить антенну через конденсатор емкостью 5—15 *пф*. Приняв сигнал радиостанции,



Источник звука	R_1, ком	C_1, пф
Трансляционная сеть 15в	150	20
Трансляционная сеть 30в	300	50
Приемник	10	1000
Звукосниматель	5	2000

Рис. 27 Схема подключения делителя на вход усилителя низкой частоты.

подбором величины сопротивлений R_1 и R_2 добиваются максимальной громкости приема. При этом вместо сопротивлений нельзя подключать переменные сопротивления, так как это почти всегда приводит к самовозбуждению. Для подбора величины сопротивления R_1 параллельно ему подключают сопротивление в 3—4 раза больше. Если громкость при этом возросла, то сопротивление R_1 должно иметь меньшую величину, чем установленное в приемнике, а если громкость уменьшилась, сопротивление R_1 необходимо увеличить. При подборе сопротивлений надо следить за тем, чтобы коллекторный ток транзисторов T_1 и T_2 не превышал 2,5—3 *ма*.
коговорителя, или плохой фильтрации высокочастотного напряжения

Затем определяют границы диапазонов. Обычно в любительских приемниках корректировка границ диапазонов производится только в начале диапазона путем изменения индуктивности контурной катушки ферритовой антенны. При этом радиолюбители Москвы и Московской области производят регулировку так, чтобы радиостанции, работающие на частотах 173 *кгц* (λ=1 734 *м*) и 547 *кгц* (λ=547,4 *м*) принимались в диапазонах длинных и средних волн при положениях ротора конденсатора переменной емкости, близком к максимальной емкости. Изменение индуктивности катушки производят передвижением ее по ферритовому стержню или подбором числа ее витков.

Заключительным этапом налаживания транзисторного приемника является подбор числа витков катушки связи L_3 антенного контура с входным сопротивлением транзистора T_1 или расстояния между

контурной катушкой и катушкой связи. Увеличение числа витков этой катушки приводит к увеличению чувствительности приемника (до известных пределов), но зато ухудшается его избирательность. Чрезмерное увеличение числа витков катушки L_3 может привести даже к самовозбуждению. Подбор числа витков катушки L_3 производится при приеме на внутреннюю ферритовую антенну.

Налаживание супергетеродинного приемника с помощью измерительной аппаратуры

Налаживание приемника, схема которого приведена на рис. 28, начинают с каскадов усиления низкой частоты при отключенной высокочастотной части приемника. Налаживание производят с помощью звукового генератора, миллиамперметра постоянного тока со шкалой до 30—50 *ма* и вольтметра переменного напряжения с пределами измерения до 10 *в*.

В оконечном каскаде следует применять транзисторы, имеющие одинаковые параметры. На практике хорошие результаты получаются в том случае, если обратные токи коллекторов и коэффициент усиления по току отличаются не более чем на ±10%. Поэтому из имеющихся транзисторов надо отобрать два транзистора с близкими параметрами.

При подключении к усилителю звукового генератора следует остерегаться подавать большие напряжения. Выходное напряжение генератора следует плавно увеличивать от нуля до тех пор, пока напряжение, измеряемое в какой-либо точке усилителя, не станет равным напряжению, указанному ниже.

Параллельно звуковой катушке громкоговорителя подключают вольтметр переменного напряжения на 1—1,5 *в*.

Сначала подключают батареи питания и по миллиамперметру контролируют общий ток, потребляемый оконечным каскадом. В исправном усилителе ток покоя должен быть порядка 3—4 *ма*. Затем к обмотке *I* переходного трансформатора через конденсатор емкостью 1—5 *мкф* подключают звуковой генератор и, установив частоту 1 000 *гц*, плавно увеличивают напряжение на выходе генератора от нуля до 1 *в*. При напряжении 1 *в* ток, потребляемый оконечным каскадом, должен увеличиться до 25—30 *ма*, а напряжение на выходе усилителя должно быть около 0,8 *в*.

Искажения могут появиться из-за отсутствия согласования выходного каскада с сопротивлением нагрузки, при асимметрии плеч первичной обмотки выходного трансформатора или при неправильном выборе напряжения смещения. Прежде чем устранить асимметрию, необходимо определить, какой из транзисторов дает большее, а какой меньшее усиление. Вольтметр подключают одним выводом к общему проводу, а вторым выводом поочередно касаются коллекторов транзисторов T_5 и T_6. Показания вольтметра при этом должны отличаться не более чем на 10%. Если напряжения на коллекторах отличаются на бо́льшую величину, то вывод эмиттера транзистора, напряжение на коллекторе которого больше, отпаивают (при этом питание должно быть обязательно отключено) и между выводом эмиттера этого транзистора и общим проводом включают переменное сопротивление 5—20 *ом* и по наименьшим искажениям подбирают необходимую величину сопротивления. Затем вместо него припаивают постоянное сопротивление такой же величины.

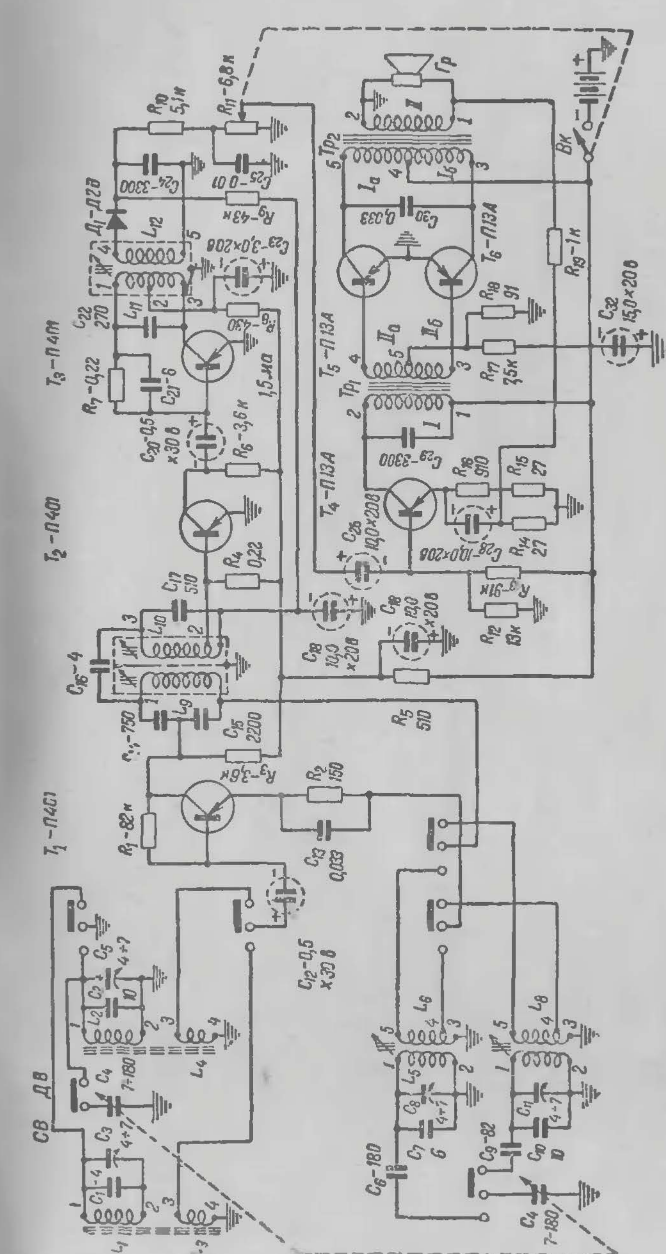


Рис. 28. Принципиальная схема транзисторного супергетеродинного приемника.

Закончив налаживание оконечного каскада, впанвают в схему транзистор T_4 и к его базе присоединяют звуковой генератор через конденсатор емкостью 5—10 *мкф*. После включения питания показания миллиамперметра по сравнению с предыдущими должны увеличиться на 1,5—2 *ма*. При этом желательно проверить полярность напряжения обратной связи. Для этого временно замыкают сопротивление R_{14} и наблюдают за показаниями вольтметра на выходе усилителя. Если при замыкании этого сопротивления напряжение на выходе усилителя увеличится, то усилитель охвачен отрицательной обратной связью и обмотки выходного трансформатора включены правильно. Уменьшение выходного напряжения свидетельствует о неправильном включении обмоток выходного трансформатора, хотя самовозбуждение в усилителе может отсутствовать.

Выходное напряжение звукового генератора устанавливают равным 20 *мв*; при этом напряжение низкой частоты на первичной обмотке трансформатора Tp_1 должно быть не менее 0,6—0,8 *в*. При налаживании предоконечного каскада миллиамперметр (с пределами измерения 3—5 *ма*) следует включить не в общую цепь, а в цепь коллектора транзистора T_4.

Искажения в предоконечном каскаде могут возникнуть в основном вследствие неправильного выбора рабочей точки, в результате отклонения величины сопротивлений R_{12}, R_{13} и R_{15} от указанных на схеме. Однако подбор правильного режима лучше производить путем изменения величины сопротивления R_{13}. Для этого отпаивают любой конец этого сопротивления от схемы и временно включают переменное сопротивление величиной 150 *ком* последовательно с ограничительным сопротивлением 10—30 *ком*. Плавным изменением величины сопротивления добиваются минимальных искажений.

При правильно выбранном режиме показания миллиамперметра в цепи коллектора транзистора T_4 не должны изменяться при увеличении сигнала от нуля до 20 *мв*. После окончания налаживания низкочастотного тракта снимают его частотную характеристику.

Для настройки усилителя промежуточной частоты генератор ГСС-6 подключают с помощью выносной головки через конденсатор емкостью не менее 0,1 *мкф* к базе транзистора T_2. Установив выходное напряжение генератора равным 200 *мкв* с глубиной модуляции 50—70%, плавно изменяют частоту генератора около 465 *кгц* и определяют частоту, на которую настроен контур $L_{11}C_{22}$. После этого частоту генератора устанавливают равной 465 *кгц* и подстраивают контур $L_{11}C_{22}$ с помощью подстроечного сердечника катушки L_{11} по максимуму сигнала на выходе приемника. По мере настройки контура глубину модуляции следует уменьшать. Чувствительность тракта ПЧ должна быть такой, чтобы при напряжении на выходе приемника, соответствующем выходной мощности 5 *мвт*, напряжение, даваемое генератором, было равно 15—20 *мкв* при глубине модуляции 30%.

После настройки усилителя промежуточной частоты настраивают фильтр $L_9C_{14}C_{15}C_1 L_{10}C_{17}$. Для этого ГСС-6 переключают к базе транзистора T_1 и устанавливают выходное напряжение его 5—10 *мкв* при глубине модуляции 50—70% С помощью подстроечных сердечников катушек L_9 и L_{10} настраивают фильтр по максимуму напряжения на выходе приемника. При правильно настроенном фильтре чувствительность усилителя промежуточной частоты с базы транзистора должна быть не хуже 3—5 *мкв* (при $P_{вых}=5$ *мвт*).

Налаживание преобразователя сводится к получению генерации в гетеродине, установлению границ диапазонов и сопряжению настроек гетеродинных и входных контуров. Последовательность настройки по диапазонам остается такой же, что и для ламповых приемников. Рассмотрим процесс налаживания приемника в диапазоне СВ При наличии лампового вольтметра проверяют величину напряжения высокой частоты гетеродина между общим проводом и эмиттером транзистора T_1, которое должно быть порядка 150—180 *мв*. При отсутствии лампового вольтметра для проверки генерации в коллекторную цепь транзистора T_1 включают миллиампер-

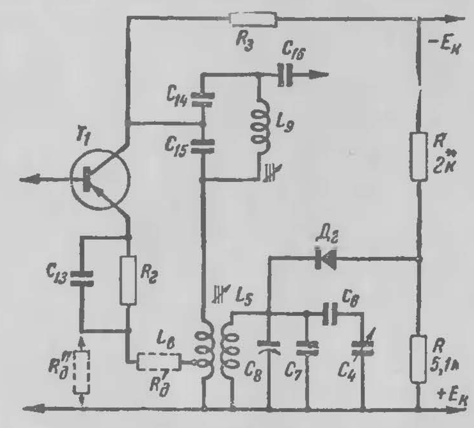


Рис. 29. Схема гетеродина со стабилизацией амплитуды.

метр со шкалой не более 1—5 *ма* или параллельно сопротивлению R_3 подключают вольтметр постоянного напряжения с пределами измерений 3—5 *в*· Если при замыкании отвода у катушки L, на землю показания приборов изменяются, то гетеродин генерирует

Проверка гетеродина производится во всех точках диапазона. Устойчивая работа гетеродина осуществляется правильным подбором числа витков между выводами 3—4 катушки L_6, что довольно трудно вследствие критичности этого подбора При малом числе витков и устойчивой работе гетеродина в высокочастотной части диапазона возможен срыв колебаний в низкочастотной части диапазона При большом числе витков гетеродин будет нормально работать в начале диапазона, а в конце диапазона может возникнуть прерывистая генерация. Поэтому подбор числа витков катушки L надо производить с точностью до одного витка. В случае возникновения прерывистых колебаний устранить их можно включением сопротивления $R'_д$ или $R''_д$, как это показано на рис. 29 пунктиром. Величина этого сопротивления лежит в пределах 100—500 *ом* и находится опытным путем. Из двух вариантов включения этого сопротивления менее желателен вариант включения его последовательно в цепь эмиттера, так как это приводит к ухудшению чувствительности приемника из-за потерь энергии сигнала на этом сопротивлении.

Для ускорения налаживания гетеродина можно использовать схему со стабилизирующим диодом. Она не требует подбора числа витков катушки, что достигается введением в схему гетеродина диода $Д_2$ (рис. 29). Благодаря этому диоду напряжение на контуре гетеродина будет на всех частотах диапазона равно напряжению задержки на сопротивлении R*.

Положительное свойство гетеродина со стабилизирующим диодом состоит в том, что форма колебаний не искажается, как это

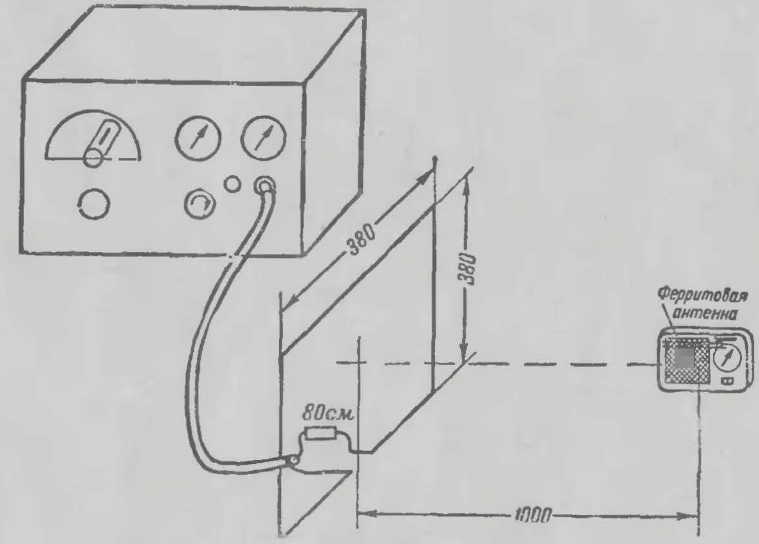


Рис. 30. Схема генератора стандартного поля.

можно предположить с первого взгляда, а наоборот, содержание гармоник резко уменьшается. Выбирая различные величины напряжения задержки, можно плавно регулировать амплитуду напряжения высокой частоты на контуре от нуля до максимума, значение которого в транзисторных схемах равно 0,7—0,9 от напряжения источника питания.

Установив с помощью диода определенное напряжение высокой частоты на контуре гетеродина, будем увеличивать обратную связь путем увеличения, например, витков нижней части (по схеме) катушки L. Очевидно, что напряжение на контуре будет оставаться неизменным. Таким образом, даже если число витков катушки обратной связи выбрать больше необходимого для устойчивого самовозбуждения, то в гетеродине не возникнет прерывистой генерации и амплитуда колебаний будет соответствовать заданной заранее.

Для приемника, схема которого показана на рис 29, для каждого диапазона потребуются отдельные диоды, которые одним своим выводом присоединяются к общей точке сопротивлений R и R*, а другими — к верхним по схеме выводам катушек L_6 и L_8. Сопротивления R и R* включают в приемник так, как это показано

на рис. 29. Для нормальной работы схемы необходимо, чтобы отношения витков катушек L_5 и L_7 к L_7 и L_9 были одинаковы на обоих диапазонах. Усложнение схемы приемника введением двух диодов, в качестве которых можно использовать точечные, оправдывается простотой налаживания схемы. Необходимо только помнить, что если полярность подключения диода изменить на обратную, то гетеродин не будет работать совсем.

Сопряжение производят с помощью генератора стандартного поля, представляющего собой рамочную антенну, питаемую от сигнал-генератора с градуированным выходным напряжением (рис. 30). Рамку выполняют из металлического прутка или трубки диаметром 3—5 *мм* в виде квадрата со стороной 380 *мм*. Рамку подключают к сигнал-генератору через непроволочное сопротивление 80 *ом* (параллельное соединение сопротивлений 100 и 180 *ом*). Под чувствительностью приемников с ферритовой антенной понимают значение напряженности электромагнитного поля в точке расположения приемника, необходимой для получения на его выходе мощности 5 *мвт*. Приемник при измерении располагают на расстоянии 1 *м* от плоскости рамки, причем ось ферритовой антенны должна быть перпендикулярна плоскости рамки.

Определение напряженности поля производят следующим образом. Если выходное напряжение снимается с гнезда «0—0,1 *в*», то величина напряженности поля в микровольтах на метр может быть найдена как произведение показаний плавного и декадного аттенюаторов и указателя выходного напряжения. Например, если показания плавного аттенюатора 5 и декадного—1 000, а показания указателя выходного напряжения 1, то напряженность поля равна

$$5 \cdot 1\,000 \cdot 1 = 5\,000 \ мкв/м = 5 мв/м.$$

Максимальная напряженность поля, которую можно получить при питании рамки напряжением с выхода «0—0,1 *в*», равна 10 000 *мкв/м*, т. е. 10 *мв/м*.

Настройка супергетеродинного приемника по сигналам радиостанций

Налаживание транзисторного, так же как и лампового, супергетеродина без сигнал-генератора можно производить с помощью работающего радиоприемника или по сигналам радиостанций.

Налаживание низкочастотного тракта приемника в обоих этих случаях производится так же, как и в приемнике прямого усиления.

Для настройки средневолнового диапазона можно использовать сигналы радиостанций с частотами 547 *кгц* (547,4 *м*) и 973 *кгц* (344 *м*), а в диапазоне длинных волн — с частотами 173 *кгц* (1 734 *м*) и 400 *кгц* (750 *м*).

Если все каскады приемника исправны, то в громкоговорителе будет прослушиваться характерный шум, напоминающий легкое шипение. При прикосновении каким-либо металлическим предметом к незаземленному выводу антенной катушки в громкоговорителе должны быть слышны щелчки, а иногда прослушивается работа какой-нибудь радиостанции.

После подстройки гетеродинной катушки изменением положения катушки ферритовой антенны соответствующего диапазона добиваются максимальной громкости принимаемой станции.

СОДЕРЖАНИЕ